COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 10, PRÈS L'INSTITUT.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-DIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1870.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1870

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1870.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

LAMÉ (Gabriel) (O. ✵).
CHASLES (Michel) (C. ✵).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✵).
HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✵).
BONNET (Pierre-Ossian) ✵.

SECTION II. — *Mécanique.*

Le Baron DUPIN (Charles) (G. O. ✵).
PIOBERT (Guillaume) (G. O. ✵).
MORIN (Arthur-Jules) (G. O. ✵).
COMBES (Charles-Pierre-Mathieu) (C. ✵).
DE SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ) (O. ✵).
PHILLIPS (Édouard) ✵.

SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✵).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✵).
LAUGIER (Paul-Auguste-Ernest) (O. ✵).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✵).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✵).
DELAUNAY (Charles-Eugène) (O. ✵).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

DE TESSAN (Louis-Urbain DORTET) (O. ✵).
Le Contre-Amiral PARIS (François-Edmond) (G. O. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine-Thomson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✵.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (C. ✵).
Babinet (Jacques) ✵.
Duhamel (Jean-Marie-Constant) (C. ✵).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) ✵.
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✵).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✵).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. O. ✵).
Regnault (Henri-Victor) (C. ✵).
Balard (Antoine-Jérôme) (C. ✵).
Fremy (Edmond) (O. ✵).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✵).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✵).

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (O. ✵).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (O. ✵).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✵).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✵).
Pasteur (Louis) (C. ✵).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✵.

Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (C. ✵).
Tulasne (Louis-René) ✵.
Gay (Claude) ✵.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✵).
Naudin (Charles-Victor) ✵.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien) ✵.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✵).
PAYEN (Anselme) (C. ✵).
DECAISNE (Joseph) (O. ✵).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✵).
Le Baron THENARD (Arnould-Paul-Edmond) ✵.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✵).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✵).
COSTE (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) ✵.
DE QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand) (O. ✵).
LONGET (François-Achille) (C. ✵).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✵.
ROBIN (Charles-Philippe) ✵.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✵).
BERNARD (Claude) (C. ✵).
Le Baron CLOQUET (Jules-Germain) (C. ✵).
NÉLATON (Auguste) (G. O. ✵).
LAUGIER (Stanislas) (O. ✵).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✵).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✵), pour les Sciences Mathématiques.
DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✵), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

Le Baron SÉGUIER (Armand-Pierre) (O. ✵).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✵).
Le Maréchal VAILLANT (Jean-Baptiste-Philibert) (G. C. ✵).
DE VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER) ✵.
PASSY (Antoine-François) (C. ✵).
Le Comte JAUBERT (Hippolyte-François) (O. ✵).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✵).
Le Baron LARREY (Félix-Hippolyte) (C. ✵).
DUMÉRIL (Auguste-Henri-André) ✵.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

HERSCHEL (Sir John William), à Londres, *Angleterre*.
OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
Le Baron DE LIEBIG (Justus) (C. ✵), à Munich, *Bavière*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue, *Prusse*.
DE LA RIVE (Auguste) ✵, à Genève, *Suisse*.
MURCHISON (sir Roderick Impey) ✵, à Londres, *Angleterre*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE ✵, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN, à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

Messieurs :

SECTION II. — *Mécanique* (6).

BURDIN (O. ✻), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*.
SEGUIN aîné (Marc) (O. ✻), à Montbard, *Côte-d'Or*.
MOSELEY, à Londres, *Angleterre*.
FAIRBAIRN (William) ✻, à Manchester, *Angleterre*.
CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière*.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles, *Seine-et-Oise*.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

AIRY (Biddell) ✻, à Greenwich, *Angleterre*.
HANSEN, à Gotha, *Saxe Ducale*.
SANTINI, à Padoue, *Italie*.
ARGELANDER, à Bonn, *Prusse*.
HIND, à Londres, *Angleterre*.
PETERS (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse*.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre*.
Le Père SECCHI (O. ✻), à Rome, *État Pontifical*.
CAYLEY (Arthur), à Londres, *Angleterre*.
MAC-LEAR (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap*.
STRUVE (Otto Wilhelm), à Pulkowa, *Russie*.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève, *Suisse*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Le Prince Anatole DE DÉMIDOFF, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
L'Amiral DE WRANGELL (Ferdinand), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
L'Amiral LÜTKE (Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
DE TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
RICHARDS (le Capitaine George-Henry), à Londres, *Angleterre*.
LIVINGSTONE.
CHAZALLON (Antoine-Marie-Remi), à Desaignes, *Ardèche*.
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

HANSTEEN, à Christiania, *Norvége*.
WHEATSTONE ✻, à Londres, *Angleterre*.
PLATEAU (J.), à Gand, *Belgique*.
MAGNUS (Henri-Gustave), à Berlin, *Prusse*.
WEBER (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse*.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (O. ✻), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
MALAGUTI (O. ✻), à Rennes, *Ille-et-Vilaine*.
HOFMANN, à Londres, *Angleterre*.
FAVRE (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille, *Bouches-du-Rhône*.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève, *Suisse*.
FRANKLAND (Edward), à Londres, *Angleterre*.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher*.
N. . . . .
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

ROSE (Gustave), à Berlin, *Prusse*.
D'OMALIUS D'HALLOY (Jean-Baptiste-Julien), à Halloy, près de Ciney, *Belgique*.
HAIDINGER (Guillaume DE), à Vienne, *Autriche*.
SEDGWICK, à Cambridge, *Angleterre*.
LYELL (Sir Charles), à Londres, *Angleterre*.
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻), à Villemoisson, *Seine-et-Oise*.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

MOHL (Hugo), à Tubingue, *Wurtemberg*.
LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✵, à Lille, *Nord*.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève, *Suisse*.
SCHIMPER ✵, à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
THURET, à Antibes, *Var*.
LECOQ (Henri) ✵, à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*.
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse*.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (O. ✵), à Lille, *Nord*.
KUHLMANN (C. ✵), à Lille, *Nord*.
PIERRE (Isidore) ✵, à Caen, *Calvados*.
CHEVANDIER (O. ✵), à Cirey, *Meurthe*.
REISET (Jules) (O. ✵), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
MARTINS (Charles-Frédéric) ✵, à Montpellier, *Hérault*.
Le Marquis DE VIBRAYE (Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT), à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
Le Vicomte DE VERGNETTE-LAMOTTE (Gérard-Élisabeth-Alfred), à Beaune, *Côte-d'Or*.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis), à Montpellier, *Hérault*.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie*.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (O. ✵), à Cambridge, *États-Unis*.
POUCHET (O. ✵), à Rouen, *Seine-Inférieure*.
DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✵, à Montpellier, *Hérault*.
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique*.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
PICTET (François-Jules), à Genève, *Suisse*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8)

Messieurs :

SÉDILLOT (C. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
GUYON (C. ✵), à Alger, *Algérie*.
DE VIRCHOW (Rodolphe), à Berlin, *Prusse*.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✵, à Montpellier, *Hérault*.
EHRMANN (Charles-Henri) (O. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
GINTRAC (Élie) (O. ✵), à Bordeaux, *Gironde*.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

BECQUEREL.

Changements survenus dans le cours de l'année 1869.

(Voir à la page 16 de ce volume.)



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, dans les Sections des Sciences Physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Coste obtient.	27	suffrages.
M. Balard.	20	»
M. de Quatrefages.	1	»

M. Coste, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-président pour l'année 1870.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Sur 49 votants :

M. Chasles obtient.	44	suffrages.
M. Decaisne.	43	»
M. Chevreul.	5	»
M. Combes.	3	»
M. Mathieu.	1	»

Il y a trois billets blancs.

MM. Chasles et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont déclarés élus.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Claude Bernard** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1870.

Volumes publiés.

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Les tomes LXVI et LXVII (1er et 2e semestre 1868) ont été mis en distribution avec leurs Tables.

Volumes en cours de publication.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVI a cent trois feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 67, dont le tirage était déjà achevé l'an dernier, contiennent :

» 1° Un travail de M. Chevreul intitulé : « Mémoire sur des phénomènes » d'affinités capillaires »;

» 2° Un Mémoire du même auteur portant pour titre : « Examen cri- » tique, au point de vue de l'histoire de la Chimie, d'un écrit alchimique » intitulé : *Artefii clavis majoris sapientiæ* » ;

» 3° Quatre Mémoires de M. Becquerel père; — sur les zones d'orages à grêle dans les départements d'Eure-et-Loir et Loir-et-Cher ; — sur la distribution de la chaleur et de ses variations depuis le sol jusqu'à 36 mètres au-dessous ; — sur les pluies; — sur les effets chimiques produits dans les espaces capillaires;

» 4° Un Mémoire de M. Ch. Robin sur l'évolution de la notocorde des cavités des disques intervertébraux et de leur contenu gélatineux ;

» 5° Un Mémoire de M. Becquerel père sur les effets chimiques.

» Les feuilles 68 à 85 renferment les cinquième et sixième Mémoires de M. Becquerel sur les phénomènes électro-capillaires.

» Un autre Mémoire du même auteur, sur la distribution de la chaleur au-dessous du sol, est contenu dans les feuilles 86 et 87.

» Les feuilles 88 à 93 sont réservées à un travail sur la température de l'air sous bois et hors des bois.

» Un Mémoire sur les quantités d'eau tombées près et loin des bois est

renfermé dans les feuilles 94 et 95; enfin un septième Mémoire sur les phénomènes électro-capillaires absorbe les feuilles 96 à 103.

» L'imprimerie a encore en épreuves les feuilles 104 à 110.

» Le tome XXXVII (2e partie) contient la suite du Mémoire de M. Regnault sur la vitesse de propagation des ondes. L'imprimerie a les bons à tirer des feuilles 73 à 91.

» Les feuilles 92 à 112 sont en épreuves.

» Le tome XXXVIII a quatorze feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 3 contiennent un Mémoire de M. Phillips sur l'équilibre des corps solides élastiques semblables.

» Les feuilles 4 à 12 sont réservées au Mémoire de M. le général Morin sur l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à atteindre la température rouge.

» Les feuilles 13 et 14 renferment un second travail de M. Phillips sur le mouvement des corps solides élastiques semblables.

» L'imprimerie a épuisé sa copie.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XX de ce Recueil a vingt-trois feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 10 renferment le Mémoire de M. Mannheim sur le déplacement d'une figure de forme invariable.

» Les feuilles 11 à 23 contiennent le travail de M. Tresca sur l'écoulement des solides (suite).

» Le Mémoire de M. le général Didion sur le tracé des roues hydrauliques à aubes courbes de M. le général Poncelet suivra les Mémoires de MM. Mannheim et Tresca, et formera les feuilles 24 à 35, qui sont à corriger. Cinq planches accompagnent ce travail.

» Le tome XXI est également en cours d'exécution. Le Mémoire de M. Van Tieghem, intitulé : « Sur la structure du pistil et du fruit », se trouve en tête du volume et formera environ trente-deux feuilles.

» Vingt-neuf feuilles sont en épreuves. Les trois dernières feuilles sont en placards.

» Seize planches accompagnent ce Mémoire.

» *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXVIII (1er semestre 1869) paraîtra prochainement avec sa Table.

» Les numéros ont paru, chaque semaine, avec leur exactitude habituelle.

» *Table générale des Comptes rendus* (tomes XXXII à LXI) (6 janvier 1851 à 30 décembre 1865). — Cette Table a cent cinquante et une feuilles tirées, six feuilles en bons à tirer et deux feuilles en composition.

» Elle pourra être achevée et distribuée sous peu.

» MM. les Membres de l'Académie ont reçu en avril un tirage provisoire de la « Table des Auteurs. »

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1869.

Membres élus.

» *Section de Minéralogie :* **M. Des Cloizeaux**, le 15 novembre, en remplacement de **M. d'Archiac.**

» *Académiciens libres :* **M. A. Duméril**, le 4 janvier, en remplacement de **M. Fr. Delessert.**

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1869.

Correspondants décédés.

» *Section de Chimie :* **M. Bérard**, à Montpellier, le 10 juin; **M. T. Graham**, à Londres, le 16 septembre.

» *Section de Physique générale :* **M. Forbes**, à Édimbourg, le 31 décembre 1868.

» *Section de Minéralogie :* **M. Fournet**, à Lyon, le 8 janvier.

» *Section d'Anatomie et Zoologie:* **M. Carus**, à Dresde, en 1869; **M. Quoy**, à Brest, le 4 juillet; **M. Purkinje**, à Breslau, le 28 juillet.

Correspondants élus.

» *Section de Mécanique :* **M. le Mis de Caligny**, à Versailles, le 3 mai, en remplacement de **M. Bernard**, décédé.

» *Section de Géographie et Navigation :* **M. Livingstone**, le 15 février, en remplacement de **M. D. Bache**, décédé; **M. Chazallon**, à Desaignes, le 5 juillet, en remplacement de **M. Givry**, décédé.

» *Section de Chimie :* **M. Dessaignes**, à Vendôme, le 26 juillet, en remplacement de **M. Schœnbein**, décédé.

» *Section de Botanique :* M. **Pringsheim**, à Berlin, le 22 novembre, en remplacement de M. **de Martius**, décédé.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Cornalia**, à Milan, le 23 août, en remplacement de M. **Lindley**, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section d'Astronomie :* M. **Encke**, à Berlin, décédé en septembre 1865; M. **Smyth** (Amiral), à Londres, décédé en septembre 1865; M. **Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. **Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **d'Abbadie**, élu Membre de l'Académie le 22 avril 1867.

» *Section de Physique générale :* M. **Marianini**, à Modène, décédé le 17 février 1867; M. **Matteucci**, à Pise, décédé le 20 juin 1868; M. **Forbes**, à Édimbourg, décédé le 31 décembre 1868.

» *Section de Chimie :* M. **Bérard**, à Montpellier, décédé le 10 juin 1869; M. T. **Graham**, à Londres, décédé le 16 septembre 1869.

» *Section de Minéralogie :* M. **Murchison**, élu Associé étranger, le 23 mars 1868; M. **Fournet**, à Lyon, décédé le 8 janvier 1869.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Quoy**, à Brest, décédé le 4 juillet 1869; M. **Carus**, à Dresde, décédé en 1869; M. **Purkinje**, à Breslau, décédé le 28 juillet 1869.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* M. **Panizza**, à Pavie, décédé le 17 avril 1867; M. **Lawrence**, à Londres, décédé le 5 juillet 1867.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la démonstration relative à la somme des angles d'un triangle; par* M. **Bertrand**.

« En exposant devant l'Académie, dans la séance du 20 décembre dernier, la démonstration proposée par M. Carton, relative à la somme des angles d'un triangle, je disais, dès les premières lignes :

« La prétention de faire reposer la science sur le raisonnement seul, » sans y laisser intervenir le sentiment intime relatif aux idées d'espace, » semble absolument chimérique; l'évidence, quoi qu'on fasse, doit être » invoquée. »

» Celui qui prétend démontrer le *postulatum* d'Euclide s'adresse naturellement aux esprits assez difficiles pour n'en pas admettre l'évidence, et cherche à leur montrer, dans le cas où ils refuseraient de l'accepter, des conséquences tellement absurdes, qu'il soit impossible à personne de s'y arrêter.

» Cette manière d'envisager la question est formellement contestée par plusieurs géomètres fort distingués, qui m'ont fait l'honneur de m'écrire à ce sujet. Voici, car ils sont tous d'accord, le terrain sur lequel ils entendent se placer, en refusant absolument d'en sortir.

» On admet sur la ligne droite quatre principes :

» 1° On peut d'un point à un autre mener une ligne droite, et l'on n'en peut mener qu'une; 2° une ligne droite peut être prolongée indéfiniment dans les deux sens; 3° deux portions de ligne droite peuvent coïncider; 4° la ligne droite est le plus court chemin d'un point à un autre. On suppose enfin qu'il existe une surface indéfinie nommée *plan*, et telle que toute ligne droite qui passe par deux de ses points y soit située tout entière.

» Sur ces principes, on n'a pas d'explication à donner, ils sont la base de la science, il faut les accepter si l'on veut étudier la géométrie; mais cela fait, tout doit être démontré par des syllogismes dont les prémisses soient prises parmi les principes précédents, et toute phrase qui commence par : *Il est évident que*... est absolument interdite, on n'en écoute pas la fin, et la démonstration où elle figure est par cela même déclarée insuffisante. *Rien n'est évident*, les principes énoncés ne le sont pas plus que le reste; on les admet : voilà tout, et l'on exerce sur eux sa logique.

» On voit assez quelle déception attend auprès de tels juges ceux qui, comme M. Carton, s'efforcent de faire appel, sous une forme dont l'évidence soit irrécusable, à ce sentiment intime relatif à la ligne droite, dont il est impossible d'affranchir le géomètre.

» Le *postulatum* d'Euclide, dont, pour ma part, l'évidence me satisfait complétement, équivaut à cette idée, inséparable de celle de la ligne droite, qu'on peut exprimer en langage vulgaire, en disant que « la ligne » droite ne peut présenter aucune déviation, si légère qu'elle soit. » La démonstration de M. Carton suppose seulement que les lignes qui com-

posent sa figure ne sont pas entièrement crochues : c'est ce que ne veulent pas accepter les contradicteurs assez nombreux qui m'ont fait l'honneur de m'écrire.

» Voici l'objection qu'on lui adresse : Si l'on veut bien se reporter à la figure de la page 1269, t. LXIX, on y voit la ligne $C_1 C_2 \ldots C_{n-1}$ qui s'étend indéfiniment au-dessus de la droite $ABB_1 \ldots B_n$, sans s'en écarter à une distance plus grande que la hauteur du triangle ABC; la ligne droite $KDD_1 \ldots D_{n-1}$, perpendiculaire à la hauteur de ce triangle, est tout entière au-dessus de la précédente. On conteste la possibilité de réunir ces deux lignes par une droite $C_{n-1} D_{n-2}$, partant du point C_{n-1} et *ne pénétrant pas au-dessous de la première*. Qui sait, dit-on, si, pour aller trouver cette ligne, tout entière au-dessus de $CC_1 \ldots C_{n-1}$, il n'est pas nécessaire de s'enfoncer d'abord au-dessous pour remonter ensuite, en coupant deux fois la ligne $CC_1 \ldots C_{n-1}$, qui n'est pas droite?

» L'objection, il faut en convenir, est autorisée par les règles du jeu, telles que les ont faites les auteurs de la géométrie imaginaire. L'assertion de M. Carton conserve une entière évidence; mais le parti est pris et annoncé d'avance de ne pas examiner ce genre de preuves.

» Si l'on s'attache à l'idée essentielle de la démonstration, on peut, au lieu de disposer en ligne droite les n triangles égaux qui y figurent, les placer arbitrairement sur le plan, et les renfermer ensuite dans un quadrilatère arbitrairement choisi. La démonstration s'achève ensuite en toute rigueur, et c'est ainsi que je l'avais rédigée d'abord. Mais on conteste alors la possibilité de former sur un plan un quadrilatère aussi grand qu'on le voudra. Les partisans de la géométrie imaginaire n'admettent rien. Ils ne contestent pas davantage; on fait appel à l'évidence, cela leur suffit, ils ne se chargent plus d'apprécier.

» Si l'on insiste cependant en recherchant les conséquences absurdes de la supposition qu'il faut faire, ils les admettent sans hésiter, en disant : *Les choses sont ainsi en effet dans la géométrie imaginaire*. Entrons dans le détail. Pour prouver que l'on peut, dans un plan, former un quadrilatère aussi grand qu'on voudra en surface, prenons une droite AB, aussi longue qu'on le voudra, élevons à ses extrémités, et du même côté, deux perpendiculaires AP et BQ, égales entre elles et, de même que AB, aussi longues qu'on le voudra. Joignons PQ, n'est-il pas *évident* que le quadrilatère ABPQ peut croître sans limite?

» *Non*, répond-on, et, sans se retrancher dans la réponse sommaire : *Rien n'est évident*, dont on maintient pourtant la légitimité, *cela n'est pas vrai*,

dit-on, *dans la géométrie imaginaire, et nous le savons depuis longtemps*. La ligne PQ, pour aller directement (en ligne droite) de P en Q, doit suivre le contour PABQ, en se rapprochant de plus en plus des trois côtés PA, AB, BQ, à mesure qu'ils deviennent plus longs, et le rectangle que vous avez voulu construire se compose de trois bandes extrêmement étroites dont la surface totale ne peut croître sans limite. Les angles en P et Q tendent vers zéro.

» De tels exercices de logique sont fort intéressants, ils mettent en jeu de très-brillantes facultés intellectuelles, mais la science de l'étendue doit-elle s'en préoccuper?

» Dans cette affectation de pure logique, n'y a-t-il pas même une contradiction choquante? On admet que d'un point à un autre on ne peut mener qu'une seule ligne droite; cela ne se démontre ni ne peut se démontrer, cela est *évident* (il faut bien se résigner à le dire), mais cela cesse de l'être dès que l'on admet les lignes droites contournées qu'exige la géométrie imaginaire. On répondra, je le sais, qu'il sagit d'une vérité de définition, et qu'évidente ou non, on se borne à en suivre les conséquences; mais les autres principes sur la ligne droite sont aussi des vérités de définition ; et n'est-ce pas s'écarter de la saine logique que d'accumuler dans une définition plus de conditions qu'il n'est nécessaire?

» En résumé, les objections produites contre la démonstration de M. Carton ne m'empêchent pas de la trouver ingénieuse et exacte, mais il n'a pas satisfait, il faut en convenir, aux conditions posées depuis longtemps par les partisans de la géométrie imaginaire, d'après lesquels il ne s'agit pas, pour eux, d'établir l'entière certitude d'une vérité, mais de la rattacher à certaines autres arbitrairement choisies à l'avance.

» Je dois ajouter qu'une lettre, reçue hier seulement, me signale dans les *Annales de Terquem*, pour l'année 1849, une démonstration semblable à celle de M. Carton, publiée il y a vingt ans par un géomètre italien, Minarelli, et qui en effet repose identiquement sur les mêmes principes. »

CHIMIE. — *De l'état naissant; par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Il est absolument indispensable de donner à chacune des expressions dont on se sert dans les sciences, une définition précise et invariable. Le mot *état*, usité en chimie, a particulièrement besoin de recevoir une acception qui ne permette plus de l'employer dans un sens vague et indécis, d'où résultent presque nécessairement des idées toujours confuses et sou-

vent fausses. On doit entendre d'une manière générale par *état d'un corps* l'ensemble de toutes les propriétés dont il est doué, y compris sa composition, ou la propriété qu'il possède d'être réduit par l'analyse à un ou plusieurs corps déterminés. Aujourd'hui un très-grand nombre de substances peuvent se présenter sous des états différents qu'il est encore bon de définir dans chaque cas particulier. Un corps simple n'est caractérisé que par les composés qu'il est susceptible de fournir, et non plus, comme autrefois, par certaines propriétés spécifiques et invariables. Les grandes découvertes de la science moderne, depuis Mitscherlich, ont en effet prouvé qu'un corps simple peut présenter plusieurs états allotropiques, suivant l'expression de Berzélius : le nombre de ces états est illimité. Ainsi nous appelons *phosphore* un corps simple qui, en se combinant avec l'oxygène, donne de l'acide phosphorique. Mais quand on étudie le phosphore lui-même, on voit qu'il possède divers états. Un certain nombre de propriétés constitue le phosphore rouge de Schrötter; un autre ensemble constitue le phosphore blanc. Si l'on prend le soufre dont les états si nombreux ont été observés avant les états du phosphore, on rencontre dans la multiplicité des propriétés si différentes des divers soufres, dont le plus intéressant a été découvert par mon frère, l'argument le plus puissant qu'on puisse fournir aux partisans de l'unité de composition de la matière.

» Le mot *état*, quand il est appliqué aux diverses manifestations d'un corps composé, l'état isomérique par exemple, se définit, comme l'état allotropique, par l'ensemble des propriétés du corps composé que l'on considère.

» Maintenant, que peut signifier ce qu'on appelle l'*état naissant* d'un corps quelconque? Pouvons-nous donner à cette expression une définition précise, même en la détournant de ce sens vague qu'on lui prête aujourd'hui? Je ne le crois pas : l'état naissant représenterait un ensemble de propriétés n'appartenant à un corps simple ou composé qu'au moment précis où celui-ci se sépare d'une combinaison quelconque. Ne voit-on pas de suite que, ces propriétés étant nécessairement inconnues, celles que nous supposons exister introduisent dans nos explications un cercle vicieux ou l'intervention d'une cause occulte.

» Un corps, au moment où il sort d'une combinaison, est né ou n'est pas né. Il ne peut en même temps être combiné et non combiné, simple et composé; il ne peut être naissant. On ne suppose un état naissant que pour prêter à la matière un système de propriétés arbitrairement choisies afin d'expliquer des faits qui n'en sont pas plus clairs. Je vais essayer de

démontrer par des expériences et par quelques raisonnements que cette fiction est inutile, et par suite nuisible à la science.

» En général on fait intervenir l'état naissant pour expliquer des phénomènes qui se passent dans le sein de liquides, où des échanges d'éléments s'effectuent entre des matières dissoutes? Qui peut dire quel est l'état d'agrégation de ces éléments dans de pareilles conditions? Qui sait, par exemple, dans un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique répandu dansune certaine quantité d'eau, quels sont les liens qui unissent ensemble les éléments : chlore, azote, hydrogène, oxygène? Dans un précédent travail (1), j'ai montré que des différences d'état physique du même ordre ne permettaient pas plus de supposer l'existence de l'acide sulfurique et de la potasse, dans le sulfate de potasse dissous, qu'il n'est possible aujourd'hui d'identifier le phosphore rouge et le phosphore blanc, le soufre octaédrique ou prismatique et le soufre insoluble. Les mêmes raisons, fondées surtout sur le dégagement de chaleur produit au contact de l'eau avec l'acide chlorhydrique et l'acide nitrique et sur la chaleur de contraction de ces matières au moment de leur mélange, ne nous permettent guère de préjuger l'état de ces acides dans de pareilles dissolutions. Puisque cet état est inconnu, il n'est pas rationnel de supposer qu'il puisse changer au contact d'une quatrième substance, pour prendre pendant un temps indéfiniment court une forme également inconnue : l'état naissant. Je vais développer cette pensée et montrer que toutes ces hypothèses sont inutiles, en m'appuyant sur une série de phénomènes qu'on rapporte ordinairement à l'état naissant. J'étudierai donc l'action que le zinc exerce sur des dissolutions d'acide sulfurique, ou d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique, le résultat final étant la production du sulfate, du nitrate ou du chlorure de zinc, et la formation de l'ammoniaque.

» On lit dans le *Traité de Chimie* de M. Regnault (t. I, p. 173) les lignes suivantes, qui représentent bien, à mon sens, l'opinion actuelle sur les phénomènes que je viens de citer :

Quand on dissout du zinc dans de l'acide azotique étendu d'eau, la liqueur se trouve renfermer une quantité notable d'azotate d'ammoniaque. Cette formation s'explique de la manière suivante : en dissolvant du zinc dans de l'acide azotique très-étendu d'eau, il se dégage du gaz hydrogène, et il se forme de l'azotate d'oxyde de zinc; la réaction est la même que celle qui a lieu au contact du zinc et de l'acide sulfurique étendu d'eau. Si l'on traite, au contraire, le zinc par l'acide azotique concentré, le zinc s'oxyde aux dépens d'une portion

---

(1) *Sur l'affinité : Leçons de la Société chimique;* Hachette.

de l'acide azotique. Il se forme encore de l'azotate de zinc, et il se dégage de l'azote et des oxydes de l'azote. Enfin si l'on traite le zinc par l'acide azotique d'une concentration moyenne, les deux réactions ont lieu à la fois, le zinc s'oxyde aux dépens de l'oxygène de l'eau et aux dépens de l'oxygène d'une portion de l'acide azotique; et il se sépare un mélange d'hydrogène et d'azote. Ces deux gaz, se rencontrant à l'état naissant dans la liqueur, se combinent alors et produisent de l'ammoniaque. Aussi trouve-t-on une grande quantité d'ammoniaque dans la liqueur. On obtient une quantité encore plus grande d'ammoniaque en dissolvant le zinc dans un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique étendu d'eau. On verse d'abord la dissolution d'acide sulfurique sur le zinc, puis on ajoute, goutte à goutte, l'acide azotique jusqu'à ce que le dégagement de gaz hydrogène cesse entièrement; le zinc continue à se dissoudre sans dégagement d'hydrogène, qui reste en entier dans la liqueur à l'état d'ammoniaque.

Nous constaterons par la suite un grand nombre de faits semblables. Des gaz qui ne se combinent pas, lorsqu'on les mélange à l'état gazeux, se combinent souvent au moment où ils deviennent libres dans une dissolution. On dit alors qu'ils se combinent à l'état naissant.

» 1° Je commencerai par démontrer que jamais, dans aucune circonstance de température ambiante ou de concentration, l'acide nitrique ne peut donner de l'hydrogène au contact du zinc et que la quantité d'ammoniaque produite est absolument indépendante de l'état de concentration de l'acide.

» Je prends de l'acide nitrique pur, contenant 48,3 pour 100 d'acide anhydre, je le dissous dans de l'eau distillée, bouillie et refroidie dans de l'acide carbonique, de manière à chasser aussi complétement que possible l'air dissous dans la liqueur; j'y introduis du zinc, en ayant soin d'écarter entièrement l'action de l'air.

» Le vase dans lequel je fais l'expérience étant absolument plein et fermé, la dissolution du zinc s'effectue sans qu'il y ait dégagement visible de gaz; mais si je fais bouillir la liqueur dont j'ai séparé le zinc, ce gaz devient apparent : c'est du protoxyde d'azote sans bioxyde. Ainsi une dissolution contenant, pour 600 grammes d'eau, $1^{gr},20$ d'acide hydraté ou $0^{gr},58$ d'acide anhydre $(\frac{1}{601})$, dissout le zinc avec production de 23 centimètres cubes de protoxyde d'azote et formation d'une quantité notable d'ammoniaque.

» Le protoxyde ainsi obtenu pouvait bien contenir un peu d'azote, mais ne renfermait pas trace d'hydrogène. En mettant en contact avec du zinc une liqueur contenant 20 grammes d'acide hydraté, ou $9^{gr},66$ d'acide anhydre, mélangé avec 800 parties d'eau $(\frac{1}{41})$, il se produit à l'ébullition, en outre de l'azotate de zinc et de l'azotate d'ammoniaque, un gaz ayant un volume de 420 centimètre cubes et contenant les éléments suivants :

Bioxyde d'azote...........	58,8
Protoxyde d'azote..........	7,6
Azote.....................	30,2
Oxygène (accidentel)........	3,4
	100,0

» Dans ces expériences et dans d'autres plus nombreuses, que je réserve pour un Mémoire détaillé, je n'ai pu trouver aucune trace d'hydrogène.

» Aucune expérience ne nous permet, aujourd'hui, de déterminer la chaleur de combinaison de l'azote avec l'oxygène, correspondante à la formation de 1 équivalent d'acide azotique étendu. Les expériences que je viens de décrire nous autorisent à conclure que cette quantité de chaleur est moindre que 34462 calories, chaleur de combinaison de 1 équivalent d'hydrogène avec 1 équivalent d'oxygène. Les travaux de M. Favre nous apprennent que la chaleur nécessaire pour transformer 1 équivalent d'acide nitrique étendu en bioxyde d'azote et oxygène est égale à 20655 calories, nombre bien inférieur à 34462 calories nécessaires pour décomposer 1 équivalent d'eau. Ceci explique comment l'oxydation du zinc s'effectue uniquement aux dépens des éléments de l'acide azotique, dans ce cas particulier où le produit de la réaction est du bioxyde d'azote.

» 2° Voyons maintenant quelles sont les circonstances qui accompagnent la formation de l'azotate d'ammoniaque dans la réaction du zinc sur l'acide nitrique.

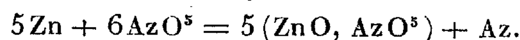
» Quand on traite du zinc par un excès d'acide nitrique, on obtient dans la liqueur de l'acide nitreux (AzO^3) (1), du bioxyde d'azote en petite quantité (à cause de son insolubilité) du protoxyde d'azote en quantité souvent considérable [à cause de son coefficient élevé de solubilité ($\frac{1}{2}$)], de l'azote en très-faible proportion et enfin de l'ammoniaque. Il est clair qu'il ne se dégage à l'état de gaz que les éléments insolubles dans la liqueur, ou dont elle est saturée.

» L'explication de tous ces phénomènes peut être donnée sans aucune hypothèse et sans faire intervenir l'idée d'un état particulier ou naissant de l'hydrogène, lequel, on le sait maintenant, ne peut jamais être fourni par la réaction.

» Le dégagement de l'azote dans la réaction du zinc sur l'acide nitrique

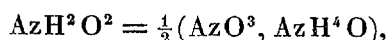
(1) Je rappellerai que M. Terreil a constaté déjà la présence de l'acide nitreux dans la liqueur acide et a fait à ce propos des observations bien intéressantes, dont je regrette de ne pouvoir parler ici.

s'explique ordinairement par la formule suivante :



$$5\,Zn + 6\,AzO^5 = 5\,(ZnO,\ AzO^5) + Az.$$

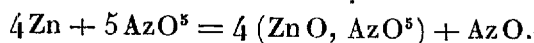
» En simplifiant, un seul équivalent d'acide nitrique supposé anhydre se décompose en présence de 5 équivalents de zinc, de sorte que, dans la liqueur, où l'acide nitrique peut être considéré comme bihydraté (AzO^5, $2HO$), si l'on enlève à ce système 5 équivalents d'oxygène, il restera



$$AzH^2O^2 = \tfrac{1}{2}(AzO^3,\ AzH^4O),$$

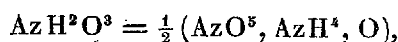
c'est-à-dire de l'azotite d'ammoniaque. L'expérience prouve qu'une partie seulement de cet azote reste combinée avec les éléments de l'eau, l'autre se dégageant sous forme gazeuse, ce qui rend compte de la formation, dans la liqueur, de l'acide nitreux, de l'azote et d'une partie de l'ammoniaque.

» Le dégagement de protoxyde d'azote s'interprète par la formule



$$4\,Zn + 5\,AzO^5 = 4\,(ZnO,\ AzO^5) + AzO.$$

» En simplifiant, 1 équivalent d'acide nitrique supposé anhydre se décompose en présence de 4 équivalents de zinc, de sorte que l'acide nitrique pouvant être considéré dans la liqueur comme trihydraté (AzO^5, $2HO$), si l'on enlève à ce système 4 équivalents d'oxygène, il restera



$$AzH^2O^3 = \tfrac{1}{2}(AzO^5,\ AzH^4,\ O),$$

c'est-à-dire du nitrate d'ammoniaque. L'expérience prouve qu'une partie seulement du protoxyde d'azote (AzO, H^2O^2) reste combinée avec les éléments de l'eau, l'autre se dégageant sous forme gazeuse ou restant dissoute, ce qui rend compte de la formation du protoxyde d'azote et d'une portion de l'ammoniaque.

» Dans ce genre d'explications, qui n'exige l'hypothèse d'aucun état nouveau et inconnu de la matière, l'ammoniaque proviendrait des éléments de l'acide nitrique bihydraté; le nitrite d'ammoniaque (AzO^2H^2) et le nitrate d'ammoniaque (AzO^3H^2) sont considérés comme deux termes de désoxydation de l'acide nitrique à 2 équivalents d'eau (AzO^7H^2).

» L'azote et le protoxyde d'azote pourraient aussi provenir d'une décomposition incomplète ou dissociation du nitrite et du nitrate d'ammoniaque, si instables de leur nature (1). J'ai eu occasion de faire voir comment

(1) Surtout dans un courant de gaz. (*Voir* les expériences de M. Gernez.)

la diffusion des sels dans l'eau (1) pouvait en provoquer la dissociation. Les grands travaux de Graham sur la diffusion et la dialyse en sont une preuve manifeste. Les dernières expériences de M. Marignac l'amènent à la même conclusion.

» Tous ces phénomènes rentrent donc dans la classe de ceux que nous connaissons, et que nous expliquons sans hypothèses spéciales.

» Il me reste encore à montrer dans quelle proportion l'ammoniaque et le protoxyde d'azote, l'azote et l'acide azoteux se produisent dans une liqueur où la composition, la température et la tension des gaz dissous sont connues. J'ai fait un grand nombre de déterminations de ce genre, dont les résultats ne peuvent trouver place dans cet extrait, au moyen d'appareils assez compliqués qui seront décrits dans un Mémoire détaillé. J'ai traité le zinc successivement par 1000 grammes d'eau contenant 2, 4, 6,..., 20 grammes d'acide nitrique anhydre. Voici les tableux de la première et de la dernière expérience, où je ramène les quantités de zinc dissous à l'équivalent 33, et dans lesquels je détermine les quantités de zinc que chacun des éléments trouvés dans la liqueur a transformé en oxyde :

	Acide anhydre.... 2 / Eau.............. 1000			Acide anhydre.... 20 / Eau.............. 1000		
	Quantités produites.	Zinc oxydé.	Acide consommé.	Quantités produites.	Zinc oxydé.	Acide consommé.
Ammoniaque.......	0,825	12,81	2,62	0,826	12,83	2,63
Azote.............	1,004	11,83	3,87	0	0	0
Protoxyde d'azote...	0	0	0	1,888	11,33	4,63
Acide azoteux.......	4,813	8,36	6,84	5,095	8,84	7,23
		33,00	13,33		33,00	14,49

» Mes expériences prouvent que la quantité d'ammoniaque, la quantité de zinc dont celle-ci, en se formant, a provoqué l'oxydation et la quantité d'acide nitrique anhydre qui lui a fourni l'azote ne varient pas beaucoup quand la richesse en acide de la dissolution varie. La quantité d'azote décroît et la quantité de protoxyde d'azote croît lorsque la concentration de la liqueur augmente.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les résultats d'un très-grand nombre d'expériences et de déterminations numériques relatives à l'action du zinc et des métaux sur les mélanges de l'acide sulfurique et les acides hydrogénés. »

(1) Voir *Leçons devant la Société chimique* (1866, Hachette), *sur la dissociation*, pages 269 et suivantes.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre qui lui a été adressée par le *P. Secchi,* le 20 décembre dernier. Cette Lettre est relative aux idées émises par M. Gould sur la constitution de l'auréole solaire, et aux modifications que présentent les spectres des gaz traversés par les courants induits, quand on les observe dans des tubes consécutifs de différents diamètres. Cette Lettre, qui doit être accompagnée de planches dont la gravure exige un certain temps, ne pourra être insérée que dans l'un des prochains numéros des *Comptes rendus.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de feu *M. Marianini.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Helmholtz obtient.	37	suffrages.
M. Kirchhoff.	3	»
M. W. Thomson.	2	»
M. Angström.	1	»
M. Mayer.	1	»

M. Helmholtz, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur le poinçonnage des métaux et des matières plastiques; par* **M. Tresca**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commission précédemment nommée : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant.)

« Dans le Mémoire que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie le 26 mai dernier, nous avons cherché à établir la théorie mathématique de la déformation des corps solides, amenés, par une compression suffisante, au delà de la limite d'élasticité, et nous avons fait remarquer que ces solides se comportaient alors comme si le travail de chaque déformation élémentaire était toujours proportionnel au déplacement correspondant.

» Nous avons en même temps démontré, par les résultats de nombreuses expériences de poinçonnage, faites sur le plomb, que le coefficient caractéristique de la pression par mètre carré, qui amène cet état de fluidité, est précisément égal à la résistance au cisaillement, également rapportée au mètre carré. Enfin, nous avons déduit de cette théorie qu'en désignant par R le rayon d'un bloc cylindrique, par R_1 le rayon du poinçon que l'on y fait pénétrer de part en part, par L la longueur de la débouchure expulsée, cette longueur doit satisfaire à la formule

$$L = R_1\left(1 + \log' \frac{R}{R_1}\right).$$

» Cette fonction géométrique ne contient pas de terme relatif à la hauteur du bloc et, sous sa forme générale, elle ne suppose aucune hypothèse sur la nature de la matière soumise au poinçonnage.

» Cette circonstance a appelé l'attention des Commissaires auxquels vous avez bien voulu renvoyer l'examen de notre Mémoire, et, avant de leur affirmer que la nature de la matière n'a aucune influence sur la longueur de la débouchure, il est devenu indispensable de faire une série d'expériences sur diverses substances, afin de nous assurer si les longueurs l des débouchures obtenues confirmeraient, dans tous les cas, la valeur numérique L tirée de la formule.

» Nous avons ainsi été conduit à opérer sur la cire à modeler, les pâtes céramiques plus ou moins sèches, le plomb, l'étain, le cuivre et le fer, et nous nous proposons, dans ce nouveau travail, de faire connaître les résultats de tous ces essais.

» Les expériences nouvelles, faites spécialement dans le but de la vérification qui nous a été demandée, sont au nombre de vingt-six, mais nous avons pensé qu'il ne fallait pas les isoler de toutes les expériences antérieures qui, au nombre de quinze, pouvaient nous fournir d'autres éléments de comparaison. Dans le tableau suivant nous mettons, en regard les uns des autres, tous les éléments numériques de comparaison déduits de ces quarante et une expériences.

TABLEAU DES EXPÉRIENCES.

Nos des expér.	Hauteurs des blocs, H.	Rayons des blocs, R.	Rayons des poinçons, R_1.	Rapports de R à R_1.	Longueurs des débouchures, l.	Valeurs observées de $l:R_1$.	Valeurs calculées de $L:R_1$.	Rapports entre les colonnes 6 et 7.
			CIRE A MODELER.					
	m	m	m		m			
1....	0,051	0,0255	0,005	5,1	0,012	2,2	2,629	0,913
2....	0,049	0,0300	0,010	3,0	0,023	2,3	2,098	1,097
3....	0,070	0,0505	0,020	2,525	0,0345	1,725	1,926	0,895
4....	0,050	0,025	0,010	2,5	0,01525	1,525	1,916	0,795
						Moyenne..........		0,925
			PATES CÉRAMIQUES.					
			Terre à porcelaine.					
5....	0,049	0,029	0,010	2,9	0,023	2,3	2,064	1,114
6....	0,061	0,0505	0,020	2,525	0,045	2,25	1,926	1,168
						Moyenne..........		1,141
			Terre à faïence.					
7....	0,070	0,0505	0,010	5,05	0,029	2,9	2,619	1,107
8....	0,048	0,028	0,010	2,8	0,024	2,4	2,029	1,052
9....	0,072	0,0505	0,020	2,525	0,041	2,05	1,926	1,064
10...	0,065	0,040	0,020	2,0	0,042	2,10	1,693	1,240
						Moyenne..........		1,116
			Terre à brique.					
11...	0,070	0,0505	0,015	3,367	0,035	2,333	2,213	1,054
12...	0,070	0,050	0,015	3,333	0,032	2,204	2,204	0,968
13...	0,051	0,026	0,010	2,6	0,0205	1,955	1,955	1,048
14...	0,072	0,0505	0,020	2,525	0,0405	1,926	1,926	1,052
15...	0,050	0,025	0,010	2,5	0,0235	1,916	1,916	1,226
16..	0,052	0,025	0,010	2,5	0,0185	1,916	1,916	0,965
						Moyenne........ .		1,052
			PLOMB.					
17....	0,030	0,060	0,005	12,0	0,015	3,0	3,485	0,861
18....	0,0295	0,055	0,005	11,0	0,015	3,0	3,398	0,883
19....	0,050	0,050	0,005	10,0	0,015	3,0	3,303	0,909
20....	0,073	0,060	0,010	6,0	0,030	3,0	2,792	1,074
21....	0,050	0,060	0,010	6,0	0,028	2,8	2,792	1,003
22....	0,0277	0,055	0,010	5,5	0,0235	2,35	2,704	0,868
23....	0,065	0,050	0,010	5,0	0,026	2,6	2,609	0,997
24....	0,070	0,050	0,010	5,0	0,0259	2,59	2,609	0,993
25....	0,070	0,050	0,010	5,0	0,026	2,6	2,609	0,997
26....	0,060	0,050	0,015	3,33	0,034	2,27	2,204	1,029

Nos.	H	R	R_1	$R:R_1$	l	$l:R_1$	$L:R_1$	Rapports.
	m	m	m		m			
27....	0,024	0,030	0,010	3,0	0,023	2,3	2,098	1,096
28....	0,060	0,0505	0,020	2,525	0,039	1,95	1,926	1,012
29....	0,070	0,050	0,020	2,5	0,0399	1,995	1,916	1,041
30....	0,060	0,050	0,020	2,5	0,039	1,95	1,916	1,017
31....	0,060	0,050	0,020	2,5	0,038	1,90	1,916	0,992
32....	0,050	0,025	0,010	2,5	0,020	2,0	1,916	1,043
33....	0,051	0,062	0,025	2,48	0,046	1,84	1,908	0,964
34....	0,070	0,050	0,025	2,0	0,042	1,68	1,693	0,992
35....	0,070	0,040	0,020	2,0	0,037	1,85	1,693	0,093
36....	0,070	0,050	0,025	2,0	0,042	1,68	1,693	0,992
37....	0,100	0,050	0,025	2,0	0,043	1,72	1,693	1,016
38....	0,023	0,0185	0,010	1,85	0,016	1,60	1,614	0,991
						Moyenne..........		0,994
				ÉTAIN.				
39....	0,050	0,025	0,010	2,5	0,0201	2,01	1,916	1,048
				CUIVRE.				
40....	0,050	0,025	0,010	2,5	0,022	2,2	1,916	1,147
				FER.				
41....	0,0385	0,040	0,0175	2,285	0,0325	1,856	1,825	1,017
					Moyenne générale........			1,020

» Les nombres inscrits dans les différentes colonnes du tableau qui précède s'expliquent suffisamment par eux-mêmes; il nous suffira d'indiquer que les longueurs l, mesurées sur les débouchures, sont celles de la paroi cylindrique, abstraction faite de la convexité de la calotte. Lorsque cette hauteur n'était pas la même sur toutes les génératrices, par suite d'un défaut de symétrie, on a pris chaque fois la moyenne des hauteurs mesurées sur plusieurs génératrices différentes.

» Les résultats sont tous parfaitement probants au point de vue de la longueur théorique de la débouchure.

» La cire à modeler nous a donné des débouchures un peu plus courtes que ne l'indique la formule, dans le rapport de 0,925 à 1,00. Les pâtes céramiques ont presque toujours donné lieu à un coefficient de correction plus grand que l'unité.

» Les expériences sur le plomb sont toutes très-concordantes, et le coefficient moyen 0,996 vérifie la loi indiquée avec une précision que nous n'aurions su prévoir. La moyenne des trois expériences faites sur l'étain, le cuivre et le fer donne 1,062 pour la valeur du rapport entre les longueurs observées

et les longueurs calculées par la formule; le plus grand écart a eu lieu pour le cuivre, qui n'a pu être poinçonné qu'en opérant plusieurs recuits.

» Pour mieux faire ressortir encore les résultats de cette comparaison, nous avons représenté, sur une même figure, tous les rapports $l : R_1$, en prenant pour abscisses les différentes valeurs de $R : R_1$. La courbe théorique dont l'équation est

$$\frac{L}{R_1} = 1 + \log' \frac{R}{R_1}$$

est figurée à la même échelle, et l'on y voit, d'un seul coup d'œil, comment toutes les valeurs particulières du rapport $l : R_1$ sont groupées sur le parcours de cette courbe théorique.

» Cette représentation de tous les résultats sans exception nous permet de formuler, comme conclusion, que, pour toutes les matières susceptibles d'être poinçonnées, et lorsque la hauteur du bloc est suffisante pour que le poinçonnage ne consiste pas en un simple découpage, la longueur de la débouchure est réellement donnée par notre formule théorique, et la vérification *à posteriori* que nous venons d'en faire nous permet d'affirmer avec une nouvelle confiance toutes les bases de notre théorie de la déformation des corps solides.

» La mesure des efforts exercés pour effectuer les divers poinçonnages nous a fourni facilement la valeur de la résistance au cisaillement, pour les trois métaux qui terminent la série : cette résistance par mètre carré, calculée avec l'ensemble de tous les éléments, est la suivante :

Plomb	1 820 000^{kg}
Étain pur..................	2 090 000
Alliage de plomb et d'étain...	3 390 000
Zinc......................	9 000 000
Cuivre....................	18 930 000
Fer........................	37 570 000

GÉOMÉTRIE. — *Sur le* postulatum *d'Euclide*. Note de **M. Lionnet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La démonstration de M. Carton exposée par M. J. Bertrand, dans la séance du 20 décembre dernier, n'est que la reproduction de celle de M. C. Minarelli, laquelle avait été communiquée par M. A. Genocchi, de Turin, à M. Terquem, qui l'a fait insérer dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, t. VIII, p. 312. Mais une objection que j'ai insérée dans le même Recueil en janvier 1850, t. IX, p. 37, est restée sans réponse.

» Peu de temps après, la même objection fut aussi communiquée à M. Terquem par M. Le Besgue, M. Breton (de Champ) et M. Finck. »

M. Fleury adresse, de Marseille, une Note relative à la même démonstration. Il pense avoir prouvé, dans son Mémoire sur « La géométrie affranchie du *postulatum* d'Euclide », que ce *postulatum* n'est pas démontrable, même en accordant comme évidentes ou démontrées, non-seulement la proposition sur la somme des angles d'un triangle, mais toutes les vérités géométriques.

Ces deux dernières Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission nommée pour la question de la théorie des parallèles.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation de l'extrait d'un Décret impérial, rendu le 27 décembre 1869, par lequel, entre autres dispositions, l'Académie est autorisée à accepter le legs qui lui a été fait par *M. Lacaze*, pour la fondation de trois prix, de dix mille francs chacun, à décerner tous les trois ans. Ces trois prix devront être décernés, l'un à l'auteur de l'ouvrage qui aura le plus contribué aux progrès de la Physiologie, l'autre à l'auteur du meilleur travail sur le Physique, le troisième à l'auteur du meilleur travail sur la Chimie; les étrangers étant admis à concourir pour chacun d'eux.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire des nos 5, 6 et 7 du Catalogue des brevets d'invention pris en 1869, et le tome LXVIII de la Collection des brevets.

M. le Ministre de la Guerre adresse, par l'intermédiaire de M. Larrey, un exemplaire du nouveau Formulaire pharmaceutique des hôpitaux militaires, ouvrage rédigé, sous la direction du Conseil de santé des armées, par une Commission de médecins et de pharmaciens militaires, et publié aux frais de son département.

M. Zantedeschi, dans une Lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel, donne de nouveaux détails sur la manière dont il conçoit que les pulsations du courant électrique transmises d'Europe en Amérique par le fil intérieur du câble télégraphique peuvent être ramenées en Europe par l'armature métallique extérieure du même câble, et venir se répéter et s'écrire

au point de départ, comme elles le font au point d'arrivée. Il ajoute que, dans une expérience de cabinet faite avec des fils immergés dans l'eau, sur 4 mètres de longueur, il est parvenu à rendre manifeste le synchronisme des pulsations électriques et des deux appareils écrivants que les fils réunissaient.

HYDRODYNAMIQUE. — *Essai sur la théorie de l'écoulement d'un liquide par un orifice en mince paroi.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« M. de Saint-Venant a obtenu (*Comptes rendus*, t. LXVII, 20 et 27 juillet 1868, et t. LXVIII, 1 et 8 février 1869) l'expression des vitesses que prennent les divers points d'un corps ductile contenu dans un vase rectangulaire ou cylindrique à fond horizontal, lorsque ce corps s'écoule, sous la pression d'un piston, par un orifice de forme pareille à celle du vase, ouvert au milieu du fond; et lorsqu'on admet, outre l'hypothèse de la conservation des volumes, que les composantes de ces vitesses suivant trois axes fixes de coordonnées rectangles x, y, z, sont égales aux dérivées en x, y, z d'une fonction φ, ou plus généralement à ces dérivées multipliées chacune par une constante arbitraire, et que la vitesse verticale en chaque point de l'orifice est connue à tout instant. Je me propose de trouver une expression pareille des vitesses, mais en me bornant au cas d'un liquide pesant, et en admettant que l'orifice, de forme quelconque et pratiqué dans une mince paroi plane de direction également quelconque, à une distance assez grande des bords de cette paroi, ait ses dimensions très-petites par rapport à celles du fluide contenu dans le vase. L'expérience prouve que la vitesse de la veine est alors, à quelques centièmes près de sa valeur, donnée par la règle de Torricelli, et que, par suite, les frottements ont assez peu d'influence pour qu'on puisse admettre le principe de l'égalité de pression, et appliquer ce théorème, démontré par Lagrange et Cauchy, que, si les vitesses initiales de la masse fluide ont été nulles ou produites par des pressions exercées à sa surface, les composantes u, v, w de la vitesse V seront à toute époque les dérivées en x, y, z d'une fonction φ.

» Je prendrai pour origine le centre de gravité de l'orifice, et une perpendiculaire à son plan, dirigée vers l'intérieur du vase, pour axe des z; de plus, j'appellerai, à l'époque t, $f(x, y)$ la valeur de $-w$ pour $z=0$, valeur nulle, excepté aux points de l'orifice. La fonction φ devra : 1° vérifier l'équation de continuité ou d'incompressibilité $\Delta_2\varphi = 0$; 2° avoir ses dérivées en x, y, z très-petites dans l'intérieur du vase à une assez grande

distance de l'origine; 3° avoir, pour $z=0$, sa dérivée en z égale à $-f(x,y)$. D'après cela, son expression est, sous diverses formes évidemment équivalentes (*),

$$(1)\begin{cases}\varphi = \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta}{\sqrt{z^2+(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}},\\[2ex] \quad = \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\iint_{-\infty}^{+\infty}\frac{f(x+\xi',y+\eta')\,d\xi'\,d\eta'}{\sqrt{z^2+\xi'^2+\eta'^2}} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}d\omega\int_0^{\infty}\frac{f(x+\rho\cos\omega,y+\rho\sin\omega)\rho\,d\rho}{\sqrt{z^2+\rho^2}}.\end{cases}$$

En effet : 1° le second membre de cette relation est analogue aux potentiels d'attraction et a son Δ_2 nul pour z positif; 2° il est sensiblement égal à zéro, ainsi que ses dérivées, pour $x^2+y^2+z^2$ assez grand, c'est-à-dire à des distances de l'origine très-grandes par rapport aux valeurs de ξ, η égales aux coordonnées des divers points de l'orifice, valeurs qui sont les seules pour lesquelles la fonction f ne s'annule pas; 3° différentions en z le dernier membre de (1), et posons, dans le résultat, $\rho=z\rho'$: il viendra

$$(2)\quad \frac{d\varphi}{dz} \text{ ou } w = -\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}d\omega\int_0^{\infty} f(x+z\rho'\cos\omega,\ y+z\rho'\sin\omega)\,(1+\rho'^2)^{-\frac{3}{2}}\rho'\,d\rho',$$

relation qui, pour $z=0$, se réduit bien à $w=-f(x,y)$.

» Observons : 1° que la vitesse au point (x,y,z) est égale, en grandeur et en direction, à l'attraction exercée au même point, sur l'unité de masse, par une couche très-mince de matière, qui serait répandue sur l'orifice, et y aurait en chaque point (x,y) une densité superficielle proportionnelle à $f(x,y)$; 2° que, si l'orifice, composé d'un nombre fini ou infini d'ouver-

---

(*) J'ai obtenu cette intégrale en partant de celle-ci, qu'indique immédiatement la formule de Fourier,

$$\varphi = \frac{1}{\pi^2}\iint_{-\infty}^{+\infty} f(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta \iint_0^{+\infty}\frac{e^{-z\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}\cos\alpha(x-\xi)\cos\beta(y-\eta)\,d\alpha\,d\beta,$$

et en effectuant deux intégrations, rendues possibles par la substitution de coordonnées polaires à α, β, considérées comme coordonnées rectangles. Ces intégrations se font au moyen des deux formules

$$\int_0^{\infty} e^{-zr}\cos br\,dr = \frac{z}{z^2+b^2},$$

$$\int\frac{d\theta}{z^2+(p\cos\theta+q\sin\theta)^2} = \frac{1}{\sqrt{z^2(z^2+p^2+q^2)}}\operatorname{arc\,tang}\frac{\sqrt{z^2(z^2+p^2+q^2)}\sin\theta}{(z^2+p^2)\cos\theta+pq\sin\theta},$$

dont la première est connue et dont la seconde se vérifie aisément, bien qu'il m'ait fallu d'assez longs calculs pour la trouver.

tures, est symétrique par rapport à certains plans, les vitesses le seront aussi, et que ces plans pourront devenir des parois, partout où ils sont en contact avec le liquide, sans que le mouvement soit modifié. Cette seconde remarque permet d'étendre la solution (1) à des cas de vases non indéfinis latéralement, tels que ceux de vases rectangulaires, triangulaires réguliers, etc.; seulement la vitesse ne sera plus alors, pour $z = \infty$, généralement nulle, mais constante et parallèle à l'axe des z.

» Les expressions de u, v s'obtiendront en différentiant, par rapport à x ou à y, soit le dernier membre de (1), soit le second. Dans ce dernier cas, le résultat contiendra la fonction f et non ses dérivées. On pourra y introduire, comme dans (1), au lieu de ξ, η, les variables ξ', η', et puis ρ et ω. Si alors on observe qu'intégrer par rapport à ω de π à 2π revient à intégrer de 0 à π, en changeant de signe $\cos\omega$ et $\sin\omega$, il viendra, pour u ou $\frac{d\varphi}{dx}$ par exemple,

$$(3) \quad u = -\frac{1}{2\pi}\int_0^\pi \cos\omega \, d\omega \int_0^\infty \frac{f(x-\rho\cos\omega, y-\rho\sin\omega) - f(x+\rho\cos\omega, y+\rho\sin\omega)}{(z^2+\rho^2)^{\frac{3}{2}}} \rho^2 \, d\rho.$$

On en déduirait v par le simple changement de $\cos\omega\, d\omega$ en $\sin\omega\, d\omega$. Pourvu que les dérivées premières de f soient partout finies, ces expressions restent finies et déterminées pour $z = 0$, malgré le dénominateur ρ qui s'annule à la limite inférieure d'une intégrale; car le numérateur s'annule aussi, et la limite de son quotient par ρ s'aperçoit aisément.

» Aux points situés sur les bords de l'orifice, la vitesse normale $-w$ ou $f(x, y)$, doit être nulle, pour que u, v n'y soient pas infinis. En effet, x, y étant les coordonnées d'un de ces points, $x - \rho\cos\omega$, $y - \rho\sin\omega$ et $x + \rho\cos\omega$, $y + \rho\sin\omega$ sont, pour ρ très-petit et des valeurs convenables de ω, celles de deux points voisins, dont l'un est forcément dans l'orifice, l'autre au dehors. Comme la fonction f est nulle pour celui-ci, les intégrales considérées deviendront infinies, si elle ne l'est pas aussi pour l'autre point.

» La fonction f devra encore s'annuler, ou à très-peu près, vers le centre de l'orifice, car l'expérience prouve que la pression y est sensiblement la même que si tout le fluide était en repos [*Recherches hydrauliques* de MM. Poncelet et Lesbros (*Mémoires des Savants étrangers*, t. III, 1832, p. 401)]. Et en effet, à l'instant où l'on ouvre l'orifice, toutes les molécules qui lui sont adjacentes se trouvent à peu près soumises, du côté de l'intérieur, à la même pression, et doivent s'échapper, suivant l'axe des z, avec la même vitesse; en même temps, les molécules intérieures acquerront des vitesses données par les relations précédentes, dans lesquelles on ferait $f = \text{const.}$ pour les

points de l'ouverture et $f = 0$ pour les autres points du plan des xy. Ces vitesses seront très-grandes près des bords de l'orifice, tandis qu'elles seront seulement finies près de l'axe des z. Donc, avant que le liquide qui se trouve sur cet axe soit arrivé à l'ouverture, les molécules parties des bords l'auront occupée et seront même sorties. A partir de ce moment, les vitesses normales les plus grandes se produisant assez près du contour de l'orifice, le fluide qui est sur l'axe des z sera incomparablement moins appelé que celui des bords, et cet état de choses subsistera (*).

» La fonction f vérifie une troisième condition, qui varie un peu suivant que le liquide contenu dans le vase est poussé par un piston animé d'une vitesse connue, ou se trouve soumis, dans sa partie supérieure, à une pression donnée. Le premier cas, où cette pression est inconnue, se ramène au second; car on peut raisonner comme si elle ne l'était pas, sauf à la déterminer finalement de manière à obtenir la dépense effective, qui est alors donnée. Je ne m'occuperai donc, dans tout ce qui suit, que du second cas, et je supposerai, pour simplifier les formules, que la pression exercée à la partie supérieure du vase soit la même que celle de l'atmosphère à l'orifice. Comme la hauteur h du liquide au-dessus de l'ouverture varie lentement, le mouvement permanent sera bientôt, à fort peu près, établi à tout instant, et le principe de Daniel Bernoulli donnera, sur le contour de l'orifice, $V^2 = 2gh$ ou $u^2 + v^2 = 2gh$. »

PHYSIQUE. — *Action du magnétisme sur les gaz.* Note de **M. Trève**, présentée par M. Jamin.

« On sait que si l'on soumet, à l'air libre, l'étincelle d'un courant d'induction à l'action des pôles d'un puissant électro-aimant, l'auréole est insufflée, se transforme en nappe de feu sillonnée par un grand nombre de filets lumineux et offrant un certain nombre de zones, alternativement obscures et lumineuses, concentriques et diversement nuancées.

» J'ai étudié l'effet de ces réactions magnétiques sur l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique, etc., et constaté que chacun de ces gaz

(*) Si l'orifice est, par exemple, un polygone rectangulaire ou régulier, on verra de même que ses sommets sont, de tous les points de l'hémisphère qui a pour base le cercle circonscrit à ce polygone, ceux où la vitesse au moment où l'on ouvre l'orifice est très-grande et analytiquement infinie. Par suite, l'appel le plus grand du fluide et les grandes vitesses auront lieu aux angles de l'orifice; ce qui explique comment les filets liquides qui y passent refoulent les autres après la sortie, de manière à produire le phénomène appelé *inversion de la veine*.

se conduit de la même façon que l'air. Tous se caractérisent très-nettement par la nuance des zones dont l'ensemble constitue leur auréole insufflée. Ce phénomène est d'une grande beauté pour l'azote qui s'étale en nappe d'or, sans apparences de traits obscurs. Pour les autres gaz, les zones nuancées d'une façon très-brillante sont séparées par des zones obscures, qui paraissent répondre aux stratifications que l'on constate dans ces mêmes gaz raréfiés, uniquement traversés par l'étincelle d'induction.

» Au fur et à mesure que l'on diminue la pression, on voit l'éclat de l'auréole s'affaiblir et son diamètre diminuer. Si l'on remonte l'échelle des pressions, l'on voit l'auréole reprendre successivement ses proportions et son éclat.

» Je dois étudier le caractère de l'auréole dans les gaz mélangés, pour reconnaître si chacun d'eux s'accuse aussi nettement et si leurs nuances ne se superposent pas. Dans cette sorte de phénomènes, en effet, les couleurs sont si tranchées, si nettement définies, que l'on pourrait peut-être en déduire une sorte d'analyse magnétique des gaz.

» Les relations bien reconnues entre le magnétisme et la pression du milieu sur lequel on le fait agir m'ont conduit à étudier l'action des pôles de l'aimant sur les tubes Geissler étranglés par une partie capillaire.

» 1° J'ai d'abord pris un tube d'*hydrogène*. On sait que, lorsque l'étincelle d'induction y passe, la matière gazeuze s'éclaire d'un bleu légèrement violacé dans les extrémités et d'un beau rouge dans le tube capillaire. Si l'on place cette dernière partie entre les deux pôles de l'aimant, on voit aussitôt le rouge disparaître, pour faire place à une lumière toute blanche. On remarque aisément que la matière gazeuse est refoulée vers les extrémités. Son spectre devient plus lumineux, et s'enrichit particulièrement dans le bleu et dans le violet.

» 2° Un tube plein d'*oxygène* s'éclaire d'un blanc grisâtre dans ses extrémités, et d'un blanc laiteux dans sa partie capillaire. Si l'on fait intervenir le magnétisme, le blanc laiteux disparaît instantanément et devient rouge. C'est le phénomène renversé de l'hydrogène. On remarque ici la matière gazeuse attirée vers la partie capillaire. Son spectre s'éclaire visiblement dans tout son ensemble

» 3° Dans un tube d'*azote*, les extrémités ne paraissent pas subir de modification; mais la partie capillaire, d'un bleu très-pâle, prend une teinte bleuâtre très-foncée sous l'action du magnétisme.

» 4° Dans un tube d'*acide carbonique*, les deux extrémités sont d'un gris verdâtre, et la partie capillaire est d'un blanc très-brillant, légèrement

bleuâtre. Avec le magnétisme, les extrémités s'éclairent, le tube capillaire devient d'un bleu foncé. Le spectre ne s'éclaire pas, mais on voit apparaître quelques raies dans le vert.

» 5° Dans un tube de *fluorure de silicium*, les extrémités sont verdâtres, la partie capillaire est bleuâtre. Avec le magnétisme, cette partie devient d'un bleu violacé. Quant au spectre, il se modifie complétement; les raies brillantes que l'on observe dans le bleu et le vert s'étalent et se divisent en deux; un certain nombre de raies violettes très-fines surgissent dans le champ du violet.

» Ces transformations sont peut-être, dans ce cas et dans les autres, le résultat du passage d'un spectre du premier ordre à un spectre de second ordre, et analogues à celles qui ont été constatées par Plücker, lorsque le savant physicien introduit une bouteille de Leyde dans le circuit du courant d'induction. C'est ce qu'il y aura lieu d'examiner.

» 6° Avec un tube de *brome*, la teinte générale est bleu-violacé. Si l'on fait agir le magnétisme, la matière gazeuse est rejetée vers les extrémités, la teinte violacée disparaît dans la partie capillaire, pour n'y laisser subsister que la teinte bleuâtre. Quant au spectre, son fond légèrement illuminé disparaît, devient noir, et les raies apparaissent très-détachées.

» 7° Avec un tube de *chlore* enfin, la teinte générale est blanche légèrement bleuâtre. Avec le magnétisme, la matière gazeuse paraît refoulée vers les extrémités; la partie capillaire devient d'un bleu foncé. Le spectre s'éteint généralement; on voit cependant apparaître une foule de petites raies dans le bleu.

» Tels sont les faits généraux que j'ai pu constater sur les différents gaz très-purs que M. Ruhmkorff avait mis à ma disposition : « Coloration et dé-
» coloration des gaz sous l'action du magnétisme, dans les parties capillaires
» des tubes qui les renferment (1). »

» Il paraît encore difficile de se prononcer sur la cause réelle de ces remarquables phénomènes. Les matières gazeuses polarisées par le courant d'induction qui les traverse sont énergiquement troublées par l'action du magnétisme. Il se produit une distribution différente des molécules, un état vibratoire nécessairement nouveau qui se traduit par le changement de coloration.

---

(1) Je rappellerai ici que Plücker avait déjà observé des changements généraux de coloration dans les gaz soumis à l'action magnétique. (Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 246.)

» Je compte continuer ces recherches avec des électrodes de nature différente dans le laboratoire de la Sorbonne, si bienveillamment mis à ma disposition par M. Jamin. Quelque incomplètes que soient ces études, j'ai cru utile de les communiquer dès aujourd'hui à l'Académie, afin que la science, s'il y a lieu, en fît déjà son profit.

» La plupart des appareils m'ont été fournis par M. Ruhmkorff. »

CHIMIE. — *Sur l'origine du gaz azote dans l'oxygène supposé pur;* *par* **M. Auguste Houzeau**.

« Quelques-uns des faits intéressants qui ont été signalés dernièrement à l'Académie, par M. Dubrunfaut, sur la difficulté d'obtenir des gaz simples (oxygène, azote, hydrogène) dans un état de pureté absolue, concordent entièrement avec les observations que j'ai eu l'occasion de faire, il y a une douzaine d'années, à propos de mes recherches sur l'ozone. Je prends donc la liberté de signaler au savant chimiste l'origine, ou tout au moins l'une des origines, du gaz azote dans l'oxygène.

» L'azote provient de l'air atmosphérique, dont l'adhérence aux parois des tubes et des appareils en verre est très-forte, à tel point qu'un balayage préalable de ces tubes et de ces appareils par de grandes quantités d'oxygène est insuffisant pour chasser les dernières traces de l'air, qui semble retenu énergiquement par les parois.

» C'est pour avoir ignoré ces faits que plusieurs chimistes, et particulièrement M. Williamson, ont nié autrefois l'existence de l'ozone, confondant ce corps avec les composés nitreux qui, dans leurs expériences, prenaient toujours naissance à la suite de l'électrisation de l'oxygène impur.

» C'est un des mérites de MM. Fremy et Edm. Becquerel, que d'avoir su éviter cette cause d'erreur dans leur beau travail sur l'oxygène électrisé.

» Dans mes études sur la production de l'ozone par l'oxygène soumis à l'étincelle d'induction, il me fallait toujours, pour empêcher la formation des composés nitreux, avoir recours à une forte calcination des tubes étroits dans lesquels j'opérais, pour *décoller* l'air adhérent aux parois; en même temps, je faisais passer au travers de ces tubes un rapide courant d'oxygène, produit par le chlorate de potasse fondu; les cornues étaient chauffées elles-mêmes sur toute leur surface, et leur col était entièrement rempli de morceaux d'amiante calcinée, pour diminuer la quantité d'air à expulser.

» Il est probable que c'est encore la présence du gaz azote, dans l'oxygène réputé pur, qui est la cause de la divergence d'opinion actuellement exis-

tante entre M. Morren et M. Sarrasin sur la phosphorescence de l'oxygène. On sait que M. Morren nie cette phosphorescence quand l'oxygène est parfaitement pur, tandis que M. Sarrasin l'affirme, en même temps qu'il reconnaît cependant que cette propriété est partagée, au plus haut degré, par l'oxyde d'azote. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvelles remarques sur la fabrication de pierres précieuses artificielles; indication des procédés employés; par* **M. M.-A. GAUDIN.**

« Je demande à l'Académie la permission de faire remarquer, à propos de la présentation qui lui a été faite par M. Feil, de pierres précieuses artificielles obtenues au creuset, que depuis dix ans j'ai produit des pierres artificielles par un procédé qui consiste à placer dans un creuset de l'émeraude de Limoges avec un fondant : ce fondant peut être de l'acide phosphorique, de l'acide borique, du fluorure de calcium, des oxydes terreux, chaux, magnésie, baryte, etc., autres que la potasse ou la soude.

» La difficulté principale consiste à éviter les cristallisations, ce qui oblige à ajouter ou à conserver une notable proportion de fondant, qui diminue d'autant la dureté. C'est pourquoi je me suis appliqué principalement à produire des globules au chalumeau oxyhydrique, qui, en expulsant les matières les plus volatiles et permettant un refroidissement plus rapide, donne des produits d'une dureté notablement supérieure à celle des produits obtenus dans des creusets.

» J'avais principalement en vue, dans mes recherches, d'obtenir des matières limpides très-dures, pouvant remplacer les pierres précieuses, et quand j'obtenais des cristallisations, d'ailleurs très-belles et intéressantes pour la science, je considérais mon opération comme manquée; c'est parce que mon travail avait un but industriel que j'ai tant différé de présenter à l'Académie un échantillon de mes produits, malgré le désir qui m'en a été exprimé, il y a déjà bien des années, par MM. Becquerel et Daubrée.

» J'ai accompagné mon dernier envoi d'une description du procédé, et, comme il avait été remis à M. Becquerel quinze jours avant la présentation de M. Feil, tout ce que j'y ai dit, aussi bien sur le travail au chalumeau, que sur le travail avec des creusets, me garantit déjà la priorité. En arrivant à la séance, j'avais même apporté un creuset encore chaud, contenant de la matière pour saphirs artificiels, que je n'avais mis au feu que deux heures auparavant.

» Je n'opère que dans des vases de porcelaine, et je varie mes formules à l'infini, en les composant au besoin avec du sable, de l'aluminium, du kaolin, du talc, de la chaux, etc., en me rapprochant autant que possible de la formule du grenat; car ce composé est naturellement visqueux après fusion, et se dévitrifie difficilement.

» En effet, les grenats sont en général bien plus fusibles que la silice, mais ils donnent facilement des fils d'une ténuité excessive et d'une flexibilité remarquable, à tel point que Froment a pu les employer, au lieu de fils d'araignées, pour les micromètres des lunettes astronomiques.

» Je m'applique donc surtout à produire, avec le chalumeau oxyhydrique, des pierres réellement fines, inattaquables à la lime, c'est-à-dire au moins aussi dures que le cristal de roche naturel, tandis que les produits obtenus dans des creusets n'y atteindront jamais, à mon avis, sans se dévitrifier, et ne donneront que des pierres demi-fines : c'est ce qui m'a porté à insister moins sur ce dernier genre de fabrication. »

ZOOLOGIE. — *Note sur la disposition des pores ou orifices afférents dans la* Cliona celata, Grant. Note de **M. Léon Vaillant**, présentée par M. Milne Edwards.

« Au mois d'octobre dernier, j'ai eu l'occasion, grâce à l'obligeance du patron Lemaître, garde juré à Cancale, d'assister au draguage des huîtrières pour l'inspection annuelle; cette circonstance m'a permis d'observer à l'état vivant ce singulier Spongiaire perforant du têt de certains Mollusques, la *Cliona celata*, qui, depuis Grant, a si souvent attiré l'attention des naturalistes. En étudiant ces êtres, plongés dans l'eau immédiatement au sortir de la drague, pour se rapprocher autant que possible des conditions de vie naturelle, il m'a semblé qu'on avait jusqu'ici décrit et interprété d'une manière incomplète la nature des prolongements ou papilles que les Cliones font sortir par les perforations du têt des huîtres, et dont les mouvements bien visibles, sans toutefois être très-rapides, ont frappé tous ceux qui ont été à même d'examiner ces animaux.

» Les prolongements sont de deux sortes. Les uns, seuls bien vus par les auteurs, sont hémisphériques, plus rarement cylindriques et perforés à leur sommet; là se trouve, en effet, une large ouverture pouvant atteindre jusqu'à 1 millimètre de diamètre : c'est l'orifice d'un canal parcourant toute la papille et communiquant avec les conduits qui, ici comme chez tous les

autres Spongiaires, traversent en tous sens le parenchyme. Les prolongements de la seconde variété, beaucoup plus nombreux que les précédents, ont une forme toute différente, qu'on pourrait comparer à celle d'une pomme d'arrosoir : ils sont en tronc de cône renversé, de sorte qu'à partir de la perforation ils vont s'élargissant graduellement, pour se terminer par une surface convexe très-surbaissée; celle-ci n'est pas largement perforée, mais présente un réseau élégant de fibres anastomosées en tous sens; elles sont formées de faisceaux de spicules, revêtus de sarcode; les fines mailles de ce réseau forment autant d'ouvertures qui se rendent, par des conduits courts, dans un canal central situé, comme dans les prolongements précédemment décrits, au centre de la papille, et aboutissant de même dans le système général d'irrigation intérieure.

» Ces seconds prolongements des Cliones ont certainement été vus par Grant, mais il les a décrits comme étant l'état transitoire de la papille sur le point d'arriver à s'ouvrir largement. D'après mes observations, assez répétées et suivies pendant un temps suffisant pour que je puisse les présenter avec confiance, il n'en est pas ainsi : toujours la surface de la coquille perforée présente, à côté des papilles de la première variété, des papilles constituées suivant le second type, et même, sur des individus que j'ai conservés vivants et actifs pendant près de vingt jours, il m'a été possible de constater qu'après les avoir sortis de l'eau, ce qui est un moyen sûr de faire rentrer les prolongements, en les remettant au bout de quelque temps dans les aquariums, les mêmes perforations donnent toujours passage à des papilles de même espèce; on pourrait concevoir, vu la simplicité de structure de ces êtres, que, dans certains cas, il y eût des changements, mais je n'en ai pas observé.

» On doit conclure de cette disposition que, chez la *Cliona celata*, tandis que les papilles à larges perforations sont, comme on l'a établi depuis longtemps, les oscules ou orifices efférents du courant d'eau qui parcourt continuellement le parenchyme des Spongiaires, les papilles de la seconde variété portent, rassemblés sur leur surface élargie, les pores ou orifices afférents. Il est à remarquer que jusqu'ici, tout en signalant les ouvertures de sortie, personne ne paraissait avoir songé à rechercher les orifices d'entrée, qui ne pouvaient cependant se trouver, comme d'habitude, chez les autres Éponges, à la surface externe générale, laquelle, immédiatement appliquée contre les parois des cavités qu'habite la Clione, n'est pas en rapport avec le fluide ambiant. Si cette disposition exceptionnelle des pores existe également, comme cela est probable, chez les espèces voisines, on

pourra y trouver un caractère anatomique de ce genre qui jusqu'ici avait été basé exclusivement sur le fait biologique de la propriété perforatrice. »

ZOOLOGIE. — *Études sur la morphologie des Mollusques* (deuxième Mémoire : *Asymétrie des Gastéropodes*); *par* M. LACAZE-DUTHIERS.

« Dans le dernier Mémoire présenté, comme dans mes recherches précédentes sur l'Anomie, l'Haliötide, les Vermets, j'ai montré que les rapports des centres nerveux et des organes, malgré la déformation fréquente de ceux-ci, servaient sûrement à distinguer les parties homologues des parties analogues trop souvent confondues dans l'étude de l'extérieur seul des Mollusques.

» Les Gastéropodes sont caractérisés par une asymétrie telle, que la connaissance des relations des organes chez eux est rendue quelquefois très-difficile. Aussi mon désir est de faire connaître quelques particularités remarquables de cette *non-symétrie*.

» Les centres nerveux *postérieurs* ou cérébroïdes, *antérieurs* ou pédieux et *stomato-gastriques* étant régulièrement symétriques, ne nous occuperont pas.

» Le centre inférieur ou moyen (1) formé d'un nombre impair, ordinairement de cinq ganglions, est, au contraire, toujours asymétrique : c'est lui qui, pour cela même, doit appeler l'attention d'une manière spéciale.

» Sa position, le nombre de ses ganglions varient beaucoup, mais quand on y regarde de près on peut toujours le ramener à un type unique.

» Que l'on se représente les centres pédieux et cérébroïdes occupant les angles d'un carré horizontal (2), au milieu duquel passe l'œsophage et d'où naissent quatre cordons unis, deux à droite, deux à gauche, à un ganglion placé au-dessous du côté correspondant du carré; qu'alors on considère le cadre ou collier œsophagien de profil, et l'on verra à droite et à gauche se répéter symétriquement un triangle à sommet inférieur dont les angles seront : deux supérieurs, un inférieur; qu'enfin on joigne par un cordon nerveux, vraie commissure transversale, les angles inférieurs des deux triangles latéraux, en la faisant passer au devant de l'œsophage, et l'on aura une idée très-exacte, quoique très-schématique, des rapports des trois grands centres nerveux. On voit qu'ils forment un premier cadre hori-

(1) *Voir* le premier Mémoire, *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1344.

(2) On n'oublie pas que le Gastéropode est toujours posé la tête en haut le pied en avant.

zontal sous lequel est suspendue une anse verticale simple dans son milieu, mais née, de chaque côté, par deux origines et dont le plan regarde en avant.

» Cette anse et les ganglions qu'elle porte, quel qu'en soit le nombre ou la position modifiée, ne me paraissent former qu'un tout, un ensemble que j'ai nommé *centre inférieur* ou *moyen*, et qui varie seul en apparence.

» Sans vouloir suivre toutes les modifications de ce centre, ce qui sera fait plus tard, je comparerai les dispositions qu'il présente dans les Pulmonés, les Aplysiens et Bulléens, enfin les Pectinibranches et le Cyclostome (1).

» Dans le premier cas, l'arc formé par les cinq ganglions inférieurs est tellement court, qu'il s'accole au centre antérieur.

» Dans le deuxième, les ganglions du milieu de l'arc s'éloignent de la tête et arrivent dans le tiers inférieur du côté droit du corps. La *non-symétrie*, obscure dans le premier cas, est ici évidente de prime abord.

» Dans le troisième, l'allongement est plus grand encore, et la déviation à droite, après s'être produite, est masquée par une torsion, fait curieux et important, qui amène à gauche ce qui était à droite.

» Les ganglions occupant les deux extrémités de la chaîne restent toujours au voisinage du collier œsophagien, tandis que ceux du milieu s'éloignent et souvent semblent se dissocier en se multipliant. Mais les nerfs qui en naissent montrent toujours des rapports constants avec les organes, et prouvent que ce n'est pas la multiplication et la description isolée comme centres spéciaux qu'il faut chercher, mais bien la coordination de tous ces ganglions par rapport à un groupe, à un ensemble distinct, et indépendamment du nombre et de la position. En se plaçant à ce point de vue, la morphologie devient claire et simple.

» Dans les Pulmonés, les Aplysiens, etc., le tube digestif est en arrière du centre; dans les Pectinibranches et le Cyclostome, il paraît être en avant.

» Représentons-nous l'anse des ganglions comme un U capital renversé à gauche; admettons que les deux extrémités des branches libres soient fixées et cherchons à rapporter à gauche le fond de l'arc de la lettre U, en opérant une torsion d'avant en arrière et de droite à gauche, nous formerons un 8 dont la boucle supérieure sera ouverte.

(1) Chose curieuse, par sa respiration, le Cyclostome se rapproche des Hélices; par son système nerveux, il faudrait le ranger près des Pectinibranches, ainsi que je le montrerai dans un Mémoire particulier.

» Que sur le papier on fasse ce 8 en partant du haut et de la gauche, en laissant la boucle supérieure ouverte, et l'on aura reproduit exactement ce qui existe chez les Pectinibranches et le Cyclostome, et répété ce que par la torsion de l'U j'avais cherché à faire comprendre.

» Si l'on détord le système nerveux du Cyclostome, etc., on reforme l'U et l'on arrive à l'Aplysie, à la Bullée; enfin, si l'on raccourcit les branches de la lettre, on revient aux Pulmonés (Hélices, Limaces, Testacelles, etc.).

» Au point de vue morphologique général, ces faits ont une importance qu'on ne peut méconnaître; car, guidé par la fixité des rapports du système nerveux avec les organes et débarrassé des difficultés premières qu'apporte dans ces questions la *non-symétrie*, le malacologiste peut, en remettant avec précision les parties en place, établir des comparaisons, reconnaître les homologies, et, par là, arriver à une nomenclature précise et méritant le nom de *philosophique* et *rationnelle*.

» Il suffit, pour juger de l'importance de ces observations, de se rappeler que le pied a été pris pour le manteau : ce qui montre la valeur d'une nomenclature et d'une classification basées sur de pareilles erreurs morphologiques.

» La position normale de la branchie est le côté droit (laissons, pour le moment, de côté les animaux senestres); cependant, chez les Pectinibranches, elle est à gauche; c'est une apparence, non une réalité. La partie du manteau sur laquelle s'attache cet organe a été entraînée, par torsion, à gauche, comme les ganglions moyens du centre inférieur. Pour le prouver, il suffit de fendre le manteau sur la limite des nerfs palléaux droits et gauches, de rabattre les lambeaux et de détordre la commissure; toutes les parties se trouvent remises dans leur place réelle et naturelle.

» La formation du tortillon peut produire des changements apparents, mais elle ne peut modifier les rapports profonds et importants. Ainsi le pied est toujours latéralement symétrique, comme le centre qui l'innerve, et, quand il se dilate pour loger les viscères (Limaces), le tortillon se produit un peu sur les organes renfermés dans son intérieur, mais il ne l'atteint pas.

» Dans les Limnées, les Hélices, la torsion portant non sur le centre nerveux inférieur, placé trop haut pour être entraîné, mais sur une partie des organes seulement, le manteau n'offre point le renversement à gauche qui s'observe chez les Pectinibranches. Aussi, dans la comparaison d'une Paludine et d'un Cyclostome à une Limnée et à une Hélice, si l'on croyait voir dans le côté gauche du bord du manteau des uns le bord du côté gauche

du manteau des autres, on se tromperait : l'on prendrait des parties analogues pour des parties homologues, ce qui est bien différent.

» Ainsi ce n'est pas en dissociant les ganglions du centre inférieur, mais bien en les coordonnant en un tout, que l'on peut arriver aux véritables principes de la morphologie des Gastéropodes.

» En 1866 et 1867, dans mon Cours du Muséum, j'ai cherché à démontrer, par de nombreux détails, la valeur des principes qui précèdent; dans un prochain Mémoire, j'essayerai d'en faire l'application à la détermination de l'homologie d'un organe nouveau que j'ai découvert dans le manteau des Limnées, Planorbes, Cyclostomes et Pectinibranches. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les mouvements des grains de chlorophylle sous l'influence de la lumière.* Note de **M. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que la matière verte ou chlorophylle qui colore les feuilles des plantes se présente sous forme de grains, contenus en grand nombre dans l'intérieur des cellules. Il y a plusieurs années déjà, un observateur allemand, M. Böhm, avait annoncé qu'il avait vu dans les Crassulacées ces grains s'amonceler au milieu des cellules sous l'action directe du soleil. Cette observation était demeurée tout à fait isolée quand un savant russe, M. Famintzin, a reconnu dans les cellules des feuilles d'une mousse du genre *Mnium* des mouvements très-marqués des grains de chlorophylle sous l'influence de la lumière. La découverte de M. Famintzin a été confirmée depuis et étendue à d'autres plantes par son compatriote M. Borodine. Néanmoins, ces faits si curieux n'ont été accueillis qu'avec une certaine réserve dans notre pays, où ils n'ont pas été observés jusqu'ici. A cause de leur singularité même, ils avaient besoin de confirmation. Je suis heureux de pouvoir présenter les preuves de la réalité de ce curieux phénomène. Les nombreux dessins que j'ai faits, à la chambre claire, des positions successives des grains de chlorophylle d'une même cellule ne sauraient laisser de doute à cet égard.

» La plante sur laquelle j'ai fait ces observations est le *Funaria hygrometrica;* c'est une Mousse, comme le *Mnium* étudié par M. Famintzin. Ces plantes sont particulièrement convenables pour étudier ce qui se passe à l'intérieur d'une cellule vivante, sans altérer les conditions normales de sa vie. Les feuilles y sont formées d'une seule couche de cellules; il suffit de mettre un pied tout entier de *Funaria* sur le porte-objet du microscope et

d'en regarder une feuille par transparence, pour voir ce que contiennent les cellules et les modifications qui s'y peuvent produire. Les grains de chlorophylle se distinguent très-nettement et on peut les observer, sur des plantes bien vivantes, pendant assez longtemps pour juger très-bien des effets produits sur eux par l'action de la lumière.

» Quand on observe une plante qu'on a préalablement tenue dans l'obscurité durant un jour ou deux, on voit la feuille présenter l'aspect d'un réseau vert, entre les mailles duquel se montre un fond clair et transparent. Tous les grains de chlorophylle sont appliqués contre les parois qui séparent les cellules les unes des autres et que je nommerai les *parois latérales*; il n'y en a point sur les parois supérieure et inférieure, qui font partie de la surface de la feuille et que j'appellerai les *parois superficielles* des cellules. De là l'aspect qu'offre la feuille au sortir de l'obscurité. Mais, qu'on laisse la plante au jour, sur le porte-objet du microscope, éclairée par la lumière que renvoie le miroir de l'instrument, bientôt on voit les grains glisser le long des parois et passer des latérales aux superficielles, sur lesquelles ils s'étendent.

» Qu'on distingue quelques grains en particulier et qu'on les dessine à la chambre claire, on voit leur position varier, souvent en moins d'un quart d'heure, d'une façon très-notable, quand les conditions de l'expérience sont convenables, que la température de la pièce où l'on observe n'est pas trop basse et que la plante est bien vivante. Quand une fois les grains de chlorophylle se sont portés sur les parois superficielles, ils y demeurent, non pas absolument immobiles, mais en ne changeant que très-peu de place, tantôt se rapprochant, tantôt s'éloignant quelque peu des grains voisins. L'aspect général reste le même jusqu'à ce que l'obscurité se fasse. Alors les grains abandonnent de nouveau les parois superficielles pour regagner les parois latérales, et, au bout de quelque temps, la feuille, au lieu de montrer, comme au jour, une étendue claire marquée de points verts disséminés sur toute la surface, offre de nouveau un réseau vert nettement marqué; les grains de chlorophylle ont repris leur position nocturne.

» L'action de la lumière sur la position des grains de chlorophylle peut être très-commodément étudiée la nuit, à l'aide d'une lampe que l'on éteint et que l'on rallume à volonté. Je citerai seulement comme exemple une expérience faite le 20 décembre dernier, à 5 heures du soir. La plante, tenue depuis plusieurs jours dans l'obscurité, montrait tous ses grains de chlorophylle appliqués le long des parois latérales des cellules. Je l'expose alors

à la lumière d'une lampe renvoyée par le miroir du microscope; à $6^h 30^m$, plusieurs grains sont parvenus à la face supérieure; en une heure, le mouvement s'est opéré d'une façon très-appréciable; deux grains occupent déjà le milieu de la paroi supérieure de la cellule. J'éteins alors la lampe : à $7^h 15^m$, les grains qui étaient le long de la paroi supérieure ont regagné pour la plupart les parois latérales. A $11^h 30^m$ du soir, tous sans exception sont fixés sur les parois latérales. Je rallume alors la lampe; au bout de peu d'instants, je vois les grains de chlorophylle changer de place, et, au bout d'un quart d'heure, plusieurs ont glissé des parois latérales à la paroi supérieure. Je dessine successivement leur position à $11^h 55^m$, minuit, $12^h 15^m$, $12^h 30^m$; le déplacement paraît alors achevé : les grains sont repartis sur la paroi superficielle des cellules; ils ont pris la position diurne. Soit à la lumière de la lampe, soit au jour, j'ai vu communément le changement de la position nocturne à la position diurne des grains de chlorophylle s'effectuer en une heure environ.

» Beaucoup de questions du plus haut intérêt pour la physiologie végétale se rattachent certainement à l'étude de ce phénomène. Je n'ai voulu aujourd'hui que constater un fait qui est fondamental, celui du changement de position des grains de chlorophylle sous l'action de la lumière. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousses de tremblements de terre à Biskra (Algérie du Sud), du 16 au 19 novembre inclusivement.* Extrait d'une Lettre de **M. E. Ollivier**, de Batna, communiquée par M. Guyon.

« Biskra, chef-lieu du cercle du même nom, est la principale oasis de la province de Constantine. Elle est située par le 35e degré de latitude. Son élévation au-dessus du niveau de la mer est de 116 mètres.

» Le 16, à midi 45 minutes, on y ressent de violents soulèvements verticaux, d'une durée d'environ sept secondes (1). On voit, en même temps, le terrain se soulever dans la direction approximative du nord-est au sud-ouest. Les maisons craquent, les cloches carillonnent, les arbres s'agitent et s'entrechoquent, comme si *un fourneau de mine* avait fait explosion à peu de profondeur au-dessous du sol. Un sourd roulement accompagne la trépidation. Derrière la chaîne de Chica, et en deçà de la montagne de

(1) Le chef d'escadron Morin, des spahis, qui était en inspection à Biskra, en a été très-fortement secoué, comme il se reposait sur son lit. Il a pu constater ensuite, à Sidi-Okba, où il poursuivait son inspection, les grands désastres produits dans cette localité par les mêmes soulèvements.

Markadou, se voyaient trois panaches s'élevant dans les airs et simulant ceux qui s'élèvent au-dessus des volcans. Les premiers, comme on s'en est assuré plus tard, étaient formés par la poussière produite par la chute des maisons et autres constructions.

» Il était 3 heures lorsqu'une nouvelle secousse s'est fait sentir, en même temps qu'un autre panache de poussière se voyait à une centaine de kilomètres au sud de Biskra et à l'ouest du village d'Hebbal. Deux nouvelles secousses se sont encore fait sentir dans la matinée du 19 : la première à 3 heures, et la seconde, qui a été la plus forte, à $7^h 13^m$.

» Les secousses de tremblements de terre, à Biskra, se sont continuées jusqu'au 19 inclusivement. Elles ont été plus ou moins vivement ressenties dans les autres oasis des environs, telles que Seriana, Sidi-Okba, Gurta, Thouda, Droh, Mechonnech, Branis, Djemorah, Beni-Souk, Beni-Ferah. Dans les quatre dernières localités, une nouvelle secousse s'était fait sentir le 18, à $4^h 30^m$ de l'après-midi.

» Seriana, au sud-ouest de Biskra, a été des plus fortement secouée. A la deuxième secousse qu'elle a éprouvée, on a vu de Biskra, qui en est à peu de distance, un gros nuage de poussière s'élever au-dessus de ses décombres et fermer l'horizon de ce côté. Celles des maisons restées debout après les secousses étaient plus ou moins lézardées, compromises. Une femme avait été tuée par un pan de mur.

» Sidi-Okba, à 26 kilomètres sud-est de Biskra, n'a pas été moins maltraitée que Seriana. Quarante-cinq maisons (1) ont été renversées et toutes les autres plus ou moins endommagées. On comptait huit morts et trois blessés.

» A Gurta, faible population; le tiers des maisons a été détruit, les magasins de céréales ont été ensevelis sous terre, et on comptait deux tués et sept blessés.

» A Thouda, très-minime population; trois maisons étaient tombées, et toutes les autres plus ou moins lézardées, compromises.

» A Droh, aussi très-minime population; deux maisons avaient été renversées, et toutes les autres étaient plus ou moins compromises par des lézardes multipliées.

» A Mechonnech, au nord de Thouda, quatre maisons s'étaient écroulées et quatre enfants avaient été tués. La route de ce point à Lahmar-

(1) Une correspondance en porte le nombre à plus de quatre-vingts.

Kaddour et celle du même point à Edista ont été interrompues par des avalanches de terre et de pierres détachées des montagnes voisines.

» A Branis, Djemorah, Beni-Souk et Beni-Ferah, aucun dégât n'a été constaté. Seulement, des montagnes escarpées qui dominent le village d'El-Hebbal, s'était opéré un éboulement qui eût pu l'ensevelir tout entier, s'il n'avait pris une autre direction. De là, sans doute, ce panache ou nuage de poussière aperçu de Biskra, dans la journée du 16, à la deuxième secousse du tremblement de terre.

» Du 19 novembre au 6 décembre inclusivement, aucune autre secousse de tremblement de terre ne s'est fait sentir ni à Biskra ni dans les environs.

» En prenant Biskra comme centre de l'ébranlement général, dans le tremblement de terre dont nous parlons, cet ébranlement a paru suivre un quart de cercle, du nord à l'est et au sud-est, sur un rayon de 30 à 40 kilomètres, la corde sud-est de cet arc étant formée par la chaîne des Aurès.

» A Biskra, une dépendance de l'hôpital était tombée. Les maisons avaient été plus ou moins ébranlées; une seule s'était écroulée. Au Vieux-Biskra, tout voisin du nouveau, et où l'ébranlement paraîtrait avoir été plus fort que dans le dernier, toutes les maisons étaient ou renversées, ou plus ou moins endommagées.

» Nous ferons remarquer, à cette occasion, que les maisons et autres constructions des oasis, n'ont que peu de solidité, étant toutes bâties en pisé ou en briques séchées au soleil.

» Aucune victime n'a été à déplorer, ni dans le vieux, ni dans le nouveau Biskra. Ajoutons que, dès la première secousse du tremblement de terre, et par ordre supérieur, toutes les maisons avaient été évacuées et leurs habitants obligés d'aller camper dans les environs.

» Batna, à 126 kilomètres nord de Biskra, et qui avait éprouvé une secousse de tremblement de terre le 1er septembre (1), n'est pas resté étranger à celles ressenties sur ce dernier point. Ainsi, le 16, deux secousses verticales et sèches y ont été perçues : la première, à 1^{h}20^{m} de l'après-midi; la seconde, à 8^{h}30^{m}. A la première, quatre à cinq fois plus forte que la seconde, les malades du deuxième étage de l'hôpital, poussés par la frayeur, s'étaient échappés des salles pour courir aux escaliers.

» Le 19, à 7^{h}25^{m} du matin, deux nouvelles secousses, plus fortes que les précédentes, se sont succédé à deux secondes d'intervalle. La première

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 septembre.

a été de deux secondes, et la deuxième de quatre. Elles ont coïncidé avec celles qui ont été ressenties à Biskra vers la même heure ($7^h 13^m$). A leur suite, ont été constatées de légères lézardes dans diverses constructions, et des chutes de plâtre dans des maisons.

» Ajoutons que, dans la journée du 16, un léger tremblement de terre a été perçu à Sétif (1), au nord-ouest de Biskra, dans le Tell. Nous rappellerons, en même temps, que Sétif, comme Batna, est élevé de plusieurs centaines de mètres au-dessus de la plaine sablonneuse où sont Biskra et les autres oasis qui l'entourent. »

GÉOLOGIE. — *Étude sur les blocs erratiques et sur les dépôts diluviens de la Russie.* Note de **M. de Helmersen**, présentée par M. Daubrée.

« Le phénomène erratique qui a rayonné des régions septentrionales sur une partie considérable de la Russie, a déjà été l'objet des études de plusieurs savants, notamment de MM. Bœthlingk, Durocher, Murchison, de Verneuil, et de Keyserling. Le Rapport que M. Elie de Beaumont a fait sur un Mémoire de M. Durocher, en 1842 (2), a montré combien ce phénomène est remarquable. M. de Helmersen, dont les explorations ont éclairé la constitution géologique de diverses régions de la Russie d'Europe et d'Asie, a poursuivi l'étude de ces dépôts de transport et des principales circonstances qui s'y rattachent.

» Dans le Mémoire que vient de publier l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, dit M. Daubrée, M. de Helmersen passe successivement en revue : les roches qui ont fourni les matériaux erratiques dans leur position originelle; la grosseur et la forme des blocs, ainsi que les diverses manières dont ils sont disposés; le gisement des cailloux et du gravier, et particulièrement les accumulations désignées depuis longtemps en Suède sous le nom de *Osar;* les hauteurs absolues et relatives dans lesquelles se trouvent les blocs erratiques et les cailloux, par rapport aux roches dont ils ont été détachés; enfin les caractères des roches polies et striées et des phénomènes énergiques de friction qui se voient de toutes parts. De nombreuses figures, habilement faites, accompagnent le texte.

» En recherchant parmi les phénomènes de l'époque actuelle ceux qui peuvent expliquer les principales circonstances du phénomène, l'auteur

---

(1) *Moniteur de l'Algérie.*
(2) Séance du 17 janvier 1842.

mentionne le singulier transport de blocs qui a eu lieu cette année même, au mois de février, aux environs de Réval.

» A côté de l'action des grandes masses de glace, qui, pendant la période quaternaire, ont couvert des régions considérables, et dont les glaciers de la Scandinavie ne sont que les résidus, M. de Helmersen fait aussi la part de l'eau : l'auteur est amené à reconnaître que, dans la première période du phénomène, le golfe de Finlande n'existait pas; qu'un affaissement graduel du sol a ensuite donné accès à l'eau de la mer, sur une partie de pays antérieurement occupée par la glace; enfin que le pays s'est élevé de nouveau. Ces périodes successives de mouvements lents, en sens inverse, sont d'accord avec celles que j'avais signalées, en 1842, pour la Scandinavie (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fabrication des glaces et miroirs platinisés.* Note de **M. Jouglet**. (Extrait.)

« Le système employé à l'usine de Wailly (Aisne) est celui qui a été imaginé par M. Dodé. C'est le chlorure de platine qui forme la base de l'opération. Après le nettoyage, la glace, posée verticalement, reçoit le liquide qui doit la métalliser. On l'étend d'abord de bas en haut, puis de gauche à droite, puis de bas en haut, et enfin de droite à gauche : on égalise ainsi la couche huileuse qui, contenant une forte quantité d'essence de lavande, s'étend spontanément et sèche lentement, sans coulure.

» La composition platinifère se prépare de la manière suivante. On prend 100 grammes de platine laminé très-mince; on le fait dissoudre dans l'eau régale; on évapore à sec, au bain de sable, en évitant de décomposer le chlorure de platine; on l'étale alors sur une glace à broyer, et l'on y verse, par petites portions, de l'essence de lavande rectifiée. La réaction se fait sur la glace même; aussi faut-il éviter, par une trop rapide affusion d'essence, une trop grande élévation de température, qui détruirait le composé platinifère. Lorsque l'on a versé environ 1400 grammes d'essence de lavande, on place le mélange dans une capsule de porcelaine, et on l'abandonne pendant huit jours à un repos absolu. On décante et on filtre; on décante de nouveau, après six jours, le liquide filtré, qui doit marquer 5 degrés au pèse-acide. Comme fondant, pour la quantité de platine indiquée ci-dessus, on prend 25 grammes de litharge, 25 grammes de borate de

---

(1) *Du phénomène erratique dans le nord de l'Europe et des mouvements récents du sol scandinave.* (*Rapport de la Commission scientifique du Nord.*)

plomb, qu'on broie jusqu'à porphyrisation complète, avec 8 à 10 grammes d'essence de lavande. On remue, et l'on mélange ce fondant avec le liquide platinifère; on emploie ce liquide comme il a été dit plus haut.

» Lorsque le verre qu'il s'agit de platiniser est couvert d'une couche de métal et qu'il est suffisamment sec, on le place dans des moufles d'une construction spéciale, où la décomposition de la résine platinifère et sa transformation en charbon se font sans fusion, sans ébullition, sans bouillonnements, et le squelette spongieux d'abord, qui représente les cendres, se fixe et se transforme en un platinage parfait.

» Les miroirs ainsi préparés sont fort brillants. Le platine s'applique en avant du verre : il en résulte une notable économie. Les verres platinisés qui forment les miroirs sont transparents. Avec 1 franc de platine, on peut métalliser 1 mètre carré de glace. »

Les échantillons adressés par M. Jouglet seront soumis à l'examen de M. Fizeau.

M. Maumené adresse une nouvelle Note concernant la nature du sucre interverti.

Suivant M. Maumené, le sel considéré par M. Dubrunfaut comme un lévulosate ne serait pas insoluble dans l'eau pure, et le poids de ce sel ne correspondrait jamais à la moitié du sucre interverti dans lequel on l'a formé. Le sucre interverti serait un mélange des plus variables, et, quelles que soient les précautions prises dans sa préparation, jamais il n'offrirait les caractères d'un ensemble pouvant être reproduit d'une manière identique. L'auteur signale enfin diverses erreurs qui auraient été commises par M. Dubrunfaut, et dont les unes auraient déjà été indiquées, tandis que quelques autres seraient jusqu'ici passées inaperçues.

M. G. Fleury adresse une Note « Sur deux produits de l'agaric blanc ».

Le champignon du melèze, pulvérisé, desséché, et traité par l'éther, donne une solution qui fournit, par l'évaporation, un résidu solide : ce résidu paraît formé presque uniquement de deux substances, que l'auteur nomme *résine d'agaric*, et *acide agaricique*. L'auteur donne à la résine d'agaric la formule $C^{51}H^{82}O^{10}$, et à l'acide agaricique la formule $C^{16}H^{28}O^{5}$.

M. P. Guyot adresse, sur la valeur toxique de quelques rosolates, une Note qui se termine par les conclusions suivantes :

» 1° Les rosolates de potasse, de soude et de baryte n'agissent aucunement sur la peau;

» 2° Les sels sodique et potassique ne sont pas vénéneux lorsqu'ils sont introduits dans l'économie animale;

» 3° Le rosolate barytique, introduit à forte dose dans l'économie animale, est vénéneux: dans ce cas, il agit par sa base;

» 4° Les rosolates peuvent être employés en teinture, soit pour le genre uni, soit pour la variété dite *rayée*. »

M. **Junod** adresse une Note relative à l'histoire des applications médicales de l'air comprimé.

Cette Note sera transmise à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son doyen M. **Becquerel**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante par suite du décès de *M. Matteucci* :

En première ligne	M. **J.-R. Mayer**, à Heilbronn.
En seconde ligne et par ordre alphabétique	M. **Angström**, à Upsal.
	M. **Billet**, à Dijon.
	M. **Dove**, à Berlin.
	M. **Grove**, à Londres.
	M. **Henry**, à Philadelphie.
	M. **Jacobi**, à Saint-Pétersbourg.
	M. **Joule**, à Manchester.
	M. **Kirchhoff**, à Heidelberg.
	M. **Riess**, à Berlin.
	M. **Stockes**, à Cambridge.
	M. **W. Thomson**, à Glascow.
	M. **Tyndall**, à Londres.
	M. **Volpicelli**, à Rome.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. *le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics,* t. LXVIII. Paris, 1869; in-4° avec planches.

Formulaire pharmaceutique des hôpitaux militaires de la France, rédigé par le Conseil de santé des armées et approuvé par le Ministre de la Guerre. Paris, 1870; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

La musica... *La musique : Science et art; par* M. G. PRIVITERA, fascicules 9 et 10. Sans lieu ni date; in-4°.

Biographia... *Biographie de Alphonse de Lamartine, lue à la cérémonie funèbre célébrée en l'honneur et à la mémoire de l'illustre poëte, le 27 avril 1869; par* M. J. NABUCO DE ARANJO. Rio-de-Janeiro, 1869; br. in-8°.

The... *Athenæum*, n°s 500 à 502. Londres, 1869; 3 br. in-4°.

Die... *Les roches porphyriques de l'Autriche de l'époque géologique moyenne; par* M. G. TSCHERMAK. Vienne, 1869; in-8°.

Studien... *Étude sur les blocs erratiques de la formation diluvienne de la Russie; par* M. G. HELMERSEN. Saint-Pétersbourg, 1869; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

ERRATA.

(Séance du 27 décembre 1869.)

Page 1353, ligne 7, *au lieu de* $F\frac{dQ}{dt}$, *lisez* $F=\frac{dQ}{dt}$.

Page 1355, ligne 6, *au lieu de* pression constante, *lisez* volume constant.

Page 1355, ligne 23, *au lieu de* $\frac{x_1}{\alpha x}$, *lisez* $\frac{x_1}{\alpha\lambda}$.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution physique de la Lune; par* **M. Delaunay.**

« Dans un Mémoire lu à la Société astronomique de Londres, le 10 novembre 1854, et imprimé dans le tome XXIV des Mémoires de cette Société, M. Hansen établit que le centre de gravité de la Lune ne coïncide pas avec son centre de figure; il trouve que le centre de gravité est plus loin de nous que le centre de figure, et que la distance de ces deux points, projetée sur le rayon vecteur qui joint la Terre à la Lune, est d'environ 59 kilomètres. Cette importante proposition résulte de ce que les inégalités de la longitude de la Lune, calculées par la théorie de l'attraction, ne concordent complétement avec les indications fournies par les observations, qu'à la condition d'avoir été préalablement multipliées par un facteur plus grand que l'unité, que M. Hansen trouve égal à 1,0001544.

» L'explication en est très-simple. On sait que la Lune tourne toujours la même face vers la Terre, ce qui indique que les durées moyennes de la rotation de la Lune sur elle-même et de sa révolution autour de la Terre sont exactement les mêmes. Mais comme la rotation de la Lune s'effectue uniformément, tandis que son mouvement de révolution autour de la Terre présente des variations continuelles et périodiques de vitesse angulaire, ces

deux mouvements, tout en concordant rigoureusement l'un avec l'autre en moyenne, présentent cependant des discordances de détail plus ou moins grandes, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Le point de la surface de la Lune, qui nous paraît en général occuper le centre du disque de cet astre, se porte tantôt à l'est, tantôt à l'ouest du point central du disque, suivant que le mouvement angulaire périodiquement variable de la Lune autour de la Terre est en avance ou en retard sur le mouvement de rotation de la Lune sur elle-même : c'est ce qui constitue la *libration* de la Lune en longitude. Quand on calcule, par la théorie de l'attraction, les inégalités du mouvement de la Lune autour de la Terre, c'est au mouvement du centre de gravité de notre satellite que ces inégalités se rapportent; quand on observe la position de la Lune sur la voûte céleste, c'est son centre de figure que l'on considère et non son centre de gravité. Si ces deux points ne coïncident pas l'un avec l'autre, comme la rotation a lieu autour du centre de gravité, le centre de figure doit participer à la libration en longitude dont nous venons de parler; et comme la grandeur du déplacement apparent dû à cette libration est à chaque instant proportionnelle à la somme des inégalités périodiques de la Lune, il s'ensuit que, pour passer du centre de gravité, considéré par la théorie, au centre de figure auquel se rapportent les observations, il faut faire à l'expression théorique de la longitude du centre de gravité une correction proportionnelle à la somme des inégalités périodiques qu'elle renferme. Cela revient à multiplier la somme des inégalités périodiques par un facteur différent un peu de l'unité, plus grand que 1 si le centre de gravité est plus loin de nous que le centre de figure, plus petit que 1, au contraire, si c'est le centre de figure qui est le plus éloigné de la Terre.

» Ces idées de M. Hansen et la conséquence à laquelle elles l'ont conduit sont loin d'être restées inaperçues; elles ont vivement frappé tous ceux qui prennent intérêt aux progrès des sciences. Récemment elles ont été l'objet d'un examen spécial de la part de M. Simon Newcomb, de Washington, qui se livre avec tant de succès aux recherches d'astronomie théorique; j'ai l'honneur de présenter en son nom, à l'Académie, un exemplaire de la Note très-intéressante dans laquelle il a consigné le résultat de cet examen (*voir* au *Bulletin bibliographique*). M. Newcomb montre dans cette Note que la conclusion à laquelle M. Hansen est arrivé, relativement à la non-coïncidence du centre de gravité de la Lune avec son centre de figure, *ne repose sur aucun fondement logique*. Voici les raisons qu'il en donne.

» Si le centre de gravité de la Lune est plus éloigné de nous que son centre de figure, le facteur plus grand que l'unité par lequel on doit multiplier les inégalités de la longitude du centre de gravité pour en deduire les inégalités correspondantes du centre de figure, doit affecter aussi bien l'*équation du centre* que les inégalités dues à l'action perturbatrice du Soleil. Or l'équation du centre se détermine par l'observation du centre de figure de la Lune, et la valeur que l'on trouve ainsi doit être égale à celle que l'on trouverait si l'on observait le centre de gravité, augmentée dans le rapport indiqué par le facteur dont il s'agit; l'excentricité conclue de cette valeur de l'équation du centre, dont la partie principale lui est proportionnelle, doit donc aussi être égale à l'excentricité relative au centre de gravité multipliée par le même facteur. Or la plus grande des inégalités lunaires dues à l'action perturbatrice du Soleil, l'*évection*, est aussi, du moins dans sa partie principale, proportionnelle à l'excentricité, et, si l'on en fait le calcul en partant de la valeur de cette excentricité telle que la donnent les observations, on trouve, non pas l'évection correspondant au centre de gravité de la Lune, mais bien l'évection corrigée déjà dans le rapport convenable pour devenir ce qu'elle doit être relativement au centre de figure; donc « l'évection théorique doit s'accorder avec celle que fournit l'observation, lors même que les centres de gravité et de figure de la Lune ne coïncideraient pas l'un avec l'autre. » Ce n'est, d'après cela, qu'en considérant les inégalités autres que l'évection, que l'on peut parvenir à décider si ces deux centres sont réellement éloignés l'un de l'autre d'une quantité appréciable pour nous. De ces autres inégalités, il n'y a que la *variation* qui éprouve un changement sensible quand on la multiplie par le facteur 1,0001544 trouvé par M. Hansen, et encore le coefficient de cette inégalité ne se trouve-t-il modifié par là que d'enviren $\frac{1}{3}$ de seconde; or la nécessité de l'application d'une pareille correction à la *variation*, pour faire concorder sa valeur théorique avec les indications de l'observation, n'est pas suffisamment établie pour qu'on puisse en faire le point de départ d'aucune conclusion sur les positions respectives des centres de gravité et de figure de la Lune.

» Après avoir rappelé, comme je viens de le faire, la théorie établie par M. Hansen sur cette question, et indiqué l'objection capitale qui lui a été faite par M. Newcomb, j'ajouterai quelques réflexions que les idées de M. Hansen m'avaient suggérées depuis longtemps, et qui me portaient à n'admettre qu'avec une grande réserve les conséquences auxquelles il avait été conduit.

» Par suite de la position fortement excentrique qu'il attribuait au centre de gravité de la Lune par rapport à son centre de figure, M. Hansen disait : « D'après cela on doit considérer les deux hémisphères de la Lune, » dont l'un est visible et l'autre invisible pour nous, comme essentielle- » ment différents par rapport aux couches de niveau, aux climats et à tout » ce qui en dépend. Comme les couches de niveau se règlent principale- » ment par rapport au centre de gravité, l'hémisphère de la Lune tourné » vers nous s'élève beaucoup plus au-dessus du niveau moyen que ne le » fait l'hémisphère opposé ; et quoique celui-là se présente à nous comme » une contrée stérile, exempte d'une atmosphère et de tout être vivant, » on ne peut plus conclure que l'autre hémisphère ne soit doué d'une at- » mosphère, et qu'il n'y ait de végétation et d'êtres vivants. Aux bords de » la Lune doit régner à peu près le niveau moyen, et, en effet, on ne peut » pas dire que là il ne se serait montré aucune trace d'une atmosphère (1). »

» Certes nous ne pouvons pas dire *à priori* que les choses ne sont pas telles que M. Hansen les indique dans ce passage ; et si des observations précises et irrécusables venaient établir que c'est bien ainsi que la Lune est constituée, nous serions bien obligés de l'admettre. Mais nous ne pouvons nous dissimuler que cela ne concorderait pas le moins du monde avec les idées auxquelles l'ensemble des phénomènes observés nous ont conduits relativement à la figure des corps célestes et aux circonstances qui doivent se présenter sur leurs surfaces.

» Tout nous porte à regarder les planètes et leurs satellites, la Lune en particulier, comme ayant été fluides à une époque plus ou moins reculée, et comme ayant pris naturellement, par suite de leur fluidité, la forme arrondie et presque sphérique que nous leur voyons. Dans ces conditions, si les diverses parties matérielles d'un astre n'avaient été soumises qu'à leurs actions mutuelles, et si la masse entière n'avait pas été animée d'un mouvement de rotation sur elle-même, cette masse aurait pris exactement la figure d'une sphère. L'existence d'une rotation autour d'un axe, en développant des forces centrifuges perpendiculaires à cet axe, a dû produire un aplatissement plus ou moins prononcé, analogue à celui de notre globe ; et de plus, dans le cas de la Lune, dont le mouvement de rotation maintient toujours un même hémisphère du côté de la Terre, l'attraction terrestre a dû produire un allongement du globe lunaire suivant le diamètre dirigé vers la Terre. Mais, dans tous les cas, la surface extérieure de

(1) Cette citation est textuelle. Le Mémoire de M. Hansen est écrit en français.

cette masse fluide devait être une surface de niveau. En passant de l'état fluide à l'état solide, par suite du refroidissement progressif qu'elle éprouvait, la masse que nous considérons a dû conserver la forme qu'elle avait prise antérieurement; il a pu, tout au plus, en raison de l'inégale contraction des diverses parties, se produire, dans la croûte solide formée à la surface, des rides, des plissements, des dislocations, qui ont amené des dénivellations partielles; mais ces altérations de forme n'ont pas pu avoir, sur la figure de l'ensemble, une telle influence que les traits caractéristiques qu'elle présentait avant la solidification fussent complétement masqués. C'est ainsi que, sur la Terre, où de pareilles déformations de la croûte superficielle sont rendues évidentes par l'étude de la constitution des divers terrains, la forme générale de cette croûte solide présente tous les caractères d'une surface de niveau; en effet, les eaux de la mer, qui sont répandues dans les cavités de cette croûte, et qui, par leur ensemble, constituent, à proprement parler, un immense niveau, montrent que partout, sauf quelques exceptions peu étendues et toutes locales, la surface du globe s'éloigne fort peu de la surface de niveau que ces eaux déterminent.

» Comment admettre, après cela, avec M. Hansen, que la surface de la Lune serait assez différente d'une surface de niveau, pour que l'atmosphère lunaire, s'il y en a une, se trouvât reportée tout entière sur l'hémisphère que nous ne voyons pas, tandis que l'hémisphère tourné vers nous en serait complétement privé? Il me semble que cela n'est pas possible, tant que nous n'aurons pas des raisons puissantes pour croire que la Lune présente, dans sa constitution, des conditions tout autres que celles du globe que nous habitons.

» La base sur laquelle M. Hansen s'appuyait pour établir l'idée que je combats en ce moment venant d'être fortement ébranlée, sinon tout à fait anéantie, par M. Simon Newcomb, les considérations que je viens de présenter perdent certainement de leur importance; j'ai pensé cependant qu'il n'était pas inutile de les soumettre à l'Académie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur l'acide azoteux; par* **M. E. Fremy.**

« La chimie minérale, trop délaissée aujourd'hui, offre cependant encore aux chimistes des sujets de recherches nombreux et intéressants. Les questions de chimie élémentaire, que l'on croit épuisées, peuvent presque toujours être reprises utilement, et le corps qui paraît le mieux étudié présente souvent de grandes lacunes dans son histoire.

» Ces considérations s'appliquent à plusieurs acides minéraux, et particulièrement à l'acide azoteux, qui, par la mobilité de ses éléments, se prête, comme les substances organiques, aux réactions les plus variées.

» Déjà, dans mes recherches sur les acides sulfazotés, j'ai démontré le parti que l'on pouvait tirer de l'acide azoteux pour produire toute une classe nouvelle d'acides doubles.

» Dans cette Communication, je me propose d'étudier de nouveau cet acide, qui intervient dans un grand nombre de phénomènes chimiques et qui joue un rôle si considérable dans la fabrication, encore obscure, de l'acide sulfurique.

» L'acide azoteux présente trois caractères qui le recommandent à l'attention des chimistes :

» 1° L'eau le dédouble en acide azotique et en deutoxyde d'azote;

» 2° Il agit comme réducteur ou comme oxydant dans plusieurs réactions;

» 3° Il peut être lui-même décomposé sous l'influence des corps hydrogénés et se modifier par substitution.

» C'est l'étude de ces trois phénomènes qui m'a particulièrement occupé dans ce travail; je parlerai d'abord de l'action de l'eau sur l'acide azoteux.

» On admet généralement que cet acide se dédouble dès qu'il arrive au contact de l'eau; cette décomposition est représentée par la formule suivante :



$$3\,AzO^3 + HO = AzO^5,HO + 2\,AzO^2.$$

C'est elle qui, dans la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique, permet d'expliquer la régénération de l'acide azotique.

» Pour étudier ce curieux dédoublement, je me suis placé dans deux conditions différentes. J'ai fait arriver, dans une première série d'essais, une petite quantité d'eau dans un grand excès d'acide azoteux; dans d'autres expériences, l'acide azoteux se rendait au contraire lentement dans un excès d'eau : les phénomènes ont varié avec les quantités d'eau que j'employais.

» Lorsqu'une faible proportion d'eau vient réagir sur un excès soit d'acide azoteux pur, soit d'acide hypoazotique, Az^2O^8, soit d'acide azotosulfurique, $2\,SO^2,AzO^3,HO$, j'ai constaté qu'il se forme de l'acide azotique et qu'il ne se dégage que du deutoxyde d'azote. Pour vérifier ce fait, j'ai produit ainsi plus de 20 litres de deutoxyde d'azote qui a été absorbé par le sulfate de protoxyde de fer sans laisser de résidu; il était donc absolument pur.

» Les phénomènes ne sont plus les mêmes lorsqu'on fait arriver dans un grand excès d'eau froide de l'acide azoteux pur, ou les combinaisons de cet acide avec les acides azotique et sulfurique. J'ai constaté alors un fait qui m'a surpris, parce qu'il est en contradiction avec ce que l'on professe d'habitude : c'est que l'acide azoteux, soit pur, soit en combinaison avec d'autres acides, peut se dissoudre dans l'eau sans éprouver de décomposition.

» Une pareille dissolution, qui, pour d'autres corps, n'aurait aucune importance, est au contraire très-intéressante lorsqu'il s'agit de l'acide azoteux; on sait en effet combien il est difficile d'étudier cet acide à l'état de vapeur; sa dissolution dans l'eau m'a permis de constater sur ce corps plusieurs propriétés nouvelles.

» La dissolution d'acide azoteux est beaucoup plus stable qu'on ne pourrait le croire : elle se conserve pendant plusieurs jours à la température ordinaire; l'ébullition la décompose en produisant de l'acide azotique et du deutoxyde d'azote; même dans ces conditions, la décomposition de l'acide azoteux n'est pas instantanée.

» L'eau froide dissout également, sans décomposition immédiate, les combinaisons de l'acide azoteux avec les acides sulfurique et azotique. Ces liqueurs permettent même de faire toutes les expériences que l'on pourrait exécuter avec la dissolution d'acide azoteux, car elles sont beaucoup plus stables qu'elle.

» Les corps divisés agissent d'une manière remarquable sur la dissolution d'acide azoteux. Lorsqu'on introduit dans ce liquide des substances pulvérulentes qui ne peuvent agir que par leur présence, telles que du sable, du plâtre et surtout du charbon, l'acide azoteux se dédouble immédiatement en dégageant du deutoxyde d'azote et en produisant de l'acide azotique.

» J'ai dit que la seconde propriété intéressante de l'acide azoteux était son pouvoir réducteur; sous ce rapport, il peut être en quelque sorte assimilé à l'acide sulfureux.

» Dans mon Mémoire sur l'osmium, j'avais déjà employé avec avantage les azotites ponr réduire les osmiates et produire, à l'état cristallisé, les nouveaux sels que j'ai décrits sous le nom d'*osmites*.

» Cette puissance de réduction appartient aussi à l'acide azoteux; la dissolution dans l'eau décompose à froid le permanganate de potasse et réduit immédiatement le chlorure d'or.

» Une liqueur titrée de permanganate de potasse m'a servi souvent pour

déterminer la quantité d'acide azoteux libre qui se trouve dans une liqueur, ou celle qui est engagée en combinaison avec l'acide sulfurique dans l'acide azotosulfurique.

» L'acide azoteux agit sur l'acide sulfhydrique comme l'acide sulfureux; il le décompose immédiatement en précipitant du soufre.

» Il déplace le brome et l'iode des bromures et des iodures, en oxydant les métaux et en donnant d'abord à ces sels une réaction alcaline, comme M. Cloëz l'a prouvé : la dissolution très-étendue d'acide azoteux exerce donc absolument la même réaction que l'ozone sur les papiers ozonométriques.

» De toutes les propriétés de l'acide azoteux, les plus intéressantes sont celles que l'on observe dans la réaction de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sur cet acide.

» Lorsque l'acide sulfureux réagit à froid sur l'acide azoteux, il se forme d'abord quelques-uns de ces acides doubles que j'ai décrits dans mes recherches sur les sels sulfazotés.

» Ces acides ne résistent pas à l'action de la chaleur; aussi lorsqu'on fait agir, à chaud, l'acide sulfureux sur l'acide azoteux, obtient-on les produits de dédoublement des acides sulfazotés, c'est-à-dire de l'ammoniaque, du deutoxyde d'azote et même du protoxyde d'azote.

» Si l'on fait passer à froid de l'acide sulfureux dans de l'acide azotosulfurique, tel que celui qui se produit dans la colonne de Gay-Lussac, c'est du deutoxyde d'azote pur qui se dégage.

» Mais lorsqu'on mélange deux dissolutions d'acide sulfureux et d'acide azoteux et qu'on chauffe légèrement la liqueur, on obtient alors du protoxyde d'azote.

» En présence de ces deux faits importants, l'action de l'acide sulfureux qui décompose l'acide azotosulfureux et qui en dégage du deutoxyde d'azote, et la transformation de l'acide azoteux en protoxyde d'azote sous l'influence de l'acide sulfureux, il m'est impossible de ne pas faire ressortir ici tout l'intérêt que présentent ces observations au point de vue de la production industrielle de l'acide sulfurique.

» On sait que, théoriquement, dans la fabrication de l'acide sulfurique, le composé nitreux agissant sur l'air et sur l'eau devrait se régénérer toujours.

» Mais la pratique ne confirme pas les indications de la théorie; on est loin de régénérer en grand tout l'acide azotique que l'on a employé, et c'est par des sommes considérables qu'il faut représenter les quantités de composés nitreux qui sont perdues.

» Les causes de cette perte sont à peu près inconnues : les réactions de l'acide azoteux que je viens de signaler me paraissent de nature à les faire connaître et permettront peut-être de les éviter.

» En m'appuyant sur les faits qui précèdent, je n'hésite pas à dire que c'est l'acide sulfureux en excès qui est la cause principale de la perte du composé nitreux dans la fabrication de l'acide sulfurique; c'est lui qui, en traversant la colonne de Gay-Lussac, décompose l'acide azotosulfurique qui s'y trouve et en dégage du deutoxyde d'azote, qui est absolument perdu pour la fabrication; c'est encore lui qui décompose à chaud le composé nitreux et le change en protoxyde d'azote, qui ne peut plus être utilisé dans les chambres de plomb.

» Il faut encore ajouter que l'acide azoteux n'est pas le seul composé nitreux qui soit transformé en protoxyde d'azote par l'action de l'acide sulfureux : j'ai reconnu que l'acide azotique lui-même est ramené facilement à l'état de protoxyde d'azote, lorsqu'on le chauffe avec une quantité suffisante d'acide sulfureux.

» En me résumant sur ce point, je dirai donc que l'excès d'acide sulfureux dans les chambres et l'échauffement exagéré des gaz, sont les causes véritables de la consommation inutile des composés nitreux dans la fabrication de l'acide sulfurique.

» Les considérations théoriques que je viens de présenter sont du reste confirmées par les observations industrielles. Des fabricants attentifs ont souvent signalé la présence du protoxyde d'azote dans les chambres de plomb.

» Si l'action de l'acide sulfureux sur l'acide azoteux m'a conduit à des conséquences qui intéressent la chimie industrielle, la décomposition de l'acide azoteux par l'hydrogène me permettra d'établir plusieurs faits qui me paraissent présenter, au point de vue de la théorie, une importance incontestable.

» Pour apprécier les proportions d'acide azoteux contenu dans une liqueur, j'ai souvent eu recours à la réduction de cet acide par l'hydrogène, que j'aurais appelé *naissant*, avant le Mémoire si intéressant que notre savant confrère M. H. Sainte-Claire Deville a lu dans la dernière séance de l'Académie.

» J'oxyde l'acide azoteux par le permanganate de potasse, et ensuite je transforme par l'hydrogène l'acide azotique en ammoniaque, que je dose au moyen de l'acide sulfurique titré.

» Pour arriver à des déterminations exactes, j'ai dû examiner toutes les circonstances qui accompagnent cette réduction. Dans le cours de cette étude, j'ai observé un fait que je crois important.

» Lorsque l'acide azotique est soumis à l'action de l'hydrogène, il se transforme d'abord en acide azoteux, comme M. Terreil l'a constaté, puis en ammoniaque. Mais ces deux corps ne sont pas les seuls qui se forment dans la réaction; il s'en produit un troisième, que j'ai reconnu à l'influence qu'il exerce sur le permanganate de potasse.

» Les azotites alcalins n'agissent pas sur ce réactif, tandis que le nouveau corps décompose le permanganate de potasse, même en présence d'un grand excès d'alcali.

» C'est ce caractère, en apparence peu important, qui m'a guidé cependant dans les recherches difficiles dont je vais faire connaître les résultats.

» J'ai pensé que le nouveau corps devait être produit par l'action des réducteurs sur l'acide azoteux ou sur les azotites; j'ai donc soumis ces deux composés à l'influence de tous les agents de réduction que nous connaissons, tels que l'hydrogène, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique, les sulfures, les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le magnésium, etc. Presque tous ces corps, en agissant sur l'acide azoteux ou sur les azotites, ont produit le composé que je cherchais, mais toujours en quantité trop faible pour en faire même une étude superficielle.

» Après bien des essais infructueux, je suis arrivé enfin à trouver une réaction très-simple qui m'a permis de produire en quantité notable le corps que je n'avais fait qu'entrevoir jusqu'alors : je veux parler ici de la décomposition des azotites par l'amalgame de sodium.

» Pour éviter toute influence des corps étrangers, je prépare d'abord l'azotite de potasse en calcinant du nitre dans une capsule de platine, je le fais dissoudre dans l'eau et je le soumets à l'action de l'amalgame de sodium : j'ai opéré également sur l'azotite de soude que l'on peut obtenir très-pur, car il cristallise avec une grande facilité.

» Dans ce cas, l'azotite est réduit, et j'obtiens alors facilement le corps que j'avais produit dans d'autres réactions et qui se reconnaît aux caractères suivants :

» Il possède un pouvoir réactif très-énergique; il décompose immédiatement et à froid les sels d'or, d'argent, de mercure et de cuivre; les trois premiers sels laissent précipiter les métaux purs; le sel de cuivre produit de l'hydrate de protoxyde; il décolore le permanganate de potasse, même en présence d'un excès d'alcali, ce que ne fait pas un azotite; il peut être

évaporé à sec dans le vide sans se décomposer, il résiste pendant longtemps à l'action de l'eau bouillante; l'acide acétique ne le détruit pas, mais il est décomposé par les acides énergiques; dès qu'on le chauffe avec un excès d'alcali, il dégage de l'ammoniaque et perd immédiatement ses propriétés réductives : dans cette décomposition, il se dégage en même temps du protoxyde d'azote.

» Quelle est la nature d'un pareil corps, qui se forme dans l'action de l'hydrogène sur les azotites et qui est un réducteur plus énergique que l'acide azoteux?

» Doit-on le considérer comme une sorte de corps amidé, comme un acide azoteux hydrogéné, ou comme un acide moins oxygéné que l'acide azoteux?

» On comprend que je n'oserai me prononcer sur un fait aussi important que lorsqu'il me sera possible de produire le nouveau corps à l'état de pureté et en quantité suffisante pour en faire une étude complète.

» Ce qui, du reste, augmente à mes yeux l'intérêt de la question que je traite devant l'Académie, c'est que l'acide azoteux n'est pas le seul acide qui puisse produire un composé réducteur par l'action de l'amalgame de sodium : cette propriété s'étend aux acides de la même classe. Je me trouve donc probablement en présence d'un nouveau groupe de composés chimiques.

» J'ai reconnu, en effet, qu'en soumettant l'acide arsénieux ou les arsénites à l'influence de l'amalgame de sodium, on obtient un corps réducteur aussi actif que celui qui dérive de l'acide azoteux, mais qui est encore moins stable.

» Il réduit à froid le permanganate de potasse, les sels d'or, d'argent, de mercure et de cuivre. Il se dissout dans l'eau; sa dissolution est incolore, mais elle se décompose spontanément en devenant d'abord brune et en laissant déposer de l'hydrure d'arsenic.

» Dès que l'hydrure arsenical s'est précipité, la liqueur a perdu tout pouvoir réductif, comme le composé azoté lorsqu'il a dégagé de l'ammoniaque.

» Ces deux composés azotés et arsenicaux me paraissent donc être absolument de même nature : le but principal de cette Communication était de faire connaître leur mode de production et leurs caractères.

» Je présenterai prochainement à l'Académie la suite de ces études, dans lesquelles je suis aidé avec beaucoup de zèle et d'intelligence par un jeune chimiste, M. Maudet. »

ÉLECTRO-CAPILLARITÉ. — *Huitième Mémoire sur les phénomènes électro-capillaires* (deuxième Partie : *de la cause des courants musculaires, nerveux, osseux et autres*); *par* **M. Becquerel.** (Extrait.)

« Galvani, Nobili, Matteucci, M. du Bois-Reymond, et autres physiologistes ou physiciens éminents ont cherché à jeter les bases de l'électro-physiologie, en s'appuyant sur ce fait, que les muscles et les nerfs sont des électromoteurs, quand ils forment des circuits fermés, soit avec un arc métallique, soit en mettant en communication un muscle avec le nerf correspondant dégagé des tissus adjacents; mais cette propriété ne suffit pas pour démontrer que ces électromoteurs fonctionnent comme tels dans les corps vivants et interviennent dans les fonctions organiques, attendu qu'on ne trouve pas dans ces corps les conditions voulues pour qu'il en soit ainsi. Jusqu'ici on n'y a reconnu que l'existence des courants électro-capillaires décrits dans la première Partie de ce Mémoire.

» Je me suis attaché, dans la deuxième Partie, à prouver que les courants dont il est question ont une origine chimique et nullement organique, en indiquant et mesurant les forces qui les produisent, et ne prenant pour base que l'expérience. Je ne parle de l'irritabilité des nerfs et de l'excitabilité des muscles que sous le rapport de l'influence qu'exercent les courants électriques sur ces propriétés.

» Les muscles et les nerfs ne doivent donc pas être considérés, dans la théorie électrotonique, comme des piles composées d'éléments organiques, possédant une électricité propre et qui interviennent dans les fonctions musculaires et nerveuses. Matteucci et autres chimistes et physiologistes n'ont pas admis l'existence de ces piles; mais il faut dire aussi qu'ils n'ont rien substitué à la place.

» Avant de parler des bases de la théorie électrotonique, j'ai cru convenable de passer en revue les principales théories mises successivement en avant par Davy, Berzélius et Ampère, à l'aide desquelles ils ont cherché à prouver que les actions chimiques avaient une origine électrique, théories que j'ai combattues quand elles parurent. Les objections qu'elles soulevèrent s'appliquent également à la constitution moléculaire électrique des corps organisés; c'est pour ce motif que je les ai exposées avec d'assez grands développements.

» Davy, en partant de la théorie de contact, avait admis en principe que les substances qui se combinent chimiquement présentent des états électriques opposés : « En supposant, dit-il, une liberté parfaite, dans le mou-

» vement de leurs particules, elles doivent s'attirer l'une et l'autre, en vertu » de leurs pouvoirs électriques, et si ces pouvoirs sont assez exaltés pour » leur donner une force attractive supérieure au pouvoir de l'agrégation, » il se forme une combinaison, en même temps qu'il se dégage de la cha- » leur par la recomposition des deux électricités. » Cette théorie, qui repose sur les effets électriques de contact, a été abandonnée quand j'eus démontré que le contact de deux corps conducteurs qui n'est pas suivi d'une action mécanique, physique ou chimique, ne trouble pas l'équilibre des forces électriques.

» Berzélius suivit une autre marche : il supposa que les atomes possédaient une certaine polarité électrique et une différence d'intensité dans l'action de chaque pôle. Dans cette hypothèse, les corps étaient électro-positifs ou électro-négatifs, dans les combinaisons, selon que l'un ou l'autre pôle prédominait. Il assimilait, en un mot, les atomes des corps à des tourmalines qui deviennent électriques par échauffement ou par refroidissement. Cette assimilation n'était pas justifiée par l'expérience, car les cristaux de tourmaline n'étant électriques que lorsque leur température s'élève ou s'abaisse, et cela encore jusqu'à 150 degrés environ, il devait s'ensuivre que les atomes hétérogènes n'exerçaient aucune action les uns sur les autres, lorsque leur température était constante et ne dépassait pas 150 degrés. Cette théorie ne fut donc pas acceptée.

» Ampère essaya de lever cette difficulté en admettant que les atomes possèdent, chacun, suivant leur nature, une électricité propre, les uns étant positifs, les autres négatifs, et en outre une atmosphère d'électricité contraire, qui dissimule leur électricité propre. Une combinaison a-t-elle lieu, les atomes se débarrassent de leurs atmosphères, en produisant de la chaleur, et restent unis en vertu de l'attraction réciproque de leur électricité de signe contraire. Dans la décomposition, les atomes reprennent leurs atmosphères. Cette théorie présentait de graves difficultés, elle n'expliquait pas, par exemple, comment deux corps électo-positifs ou électro-négatifs pouvaient se combiner ensemble, comment deux atomes possédant une électricité contraire entourés de leurs atmosphères pouvaient réagir l'un sur l'autre, etc., etc.

» Cette théorie, quoique très-ingénieuse, ne fut pas adoptée. Dans la théorie électrotonique, on considère les molécules organiques comme ayant une forme cylindrique dont les axes sont parallèles à l'axe du muscle; la surface des cylindres est électrisée positivement, les faces des bases tournées vers les sections transversales des muscles sont chargées d'électricité

négative; tous les cylindres se trouvent dans un liquide conducteur indifférent. D'après cette description, les électricités de même nom de deux surfaces tournées l'une vers l'autre, se détruisent réciproquement (1). Or, on ne peut admettre que les électricités de même nom de deux surfaces tournées l'une vers l'autre se détruisent; elles se repoussent seulement. D'un autre côté, cette pile jouirait de cette singulière propriété qu'en la coupant en deux, les deux surfaces séparées posséderaient la même électricité, ce qui est contraire à la constitution de la pile voltaïque; d'autres objections peuvent être encore faites à cette théorie, qui ne peut être admise, comme je le démontre dans mon Mémoire.

» Je parle ensuite des courants musculaires et nerveux. Il ne suffit pas d'avancer qu'il y a un courant électrique dans les êtres vivants, par cela même qu'on observe une production d'électricité lors de la réaction entre deux liquides différents, séparés par une membrane ou un tissu cellulaire; il faut encore faire connaître le corps conducteur solide, à l'aide duquel se produit le courant électrique qui agit comme force physique et comme force chimique : cette condition est remplie en ce qui concerne les courants électro-capillaires auxquels je rapporte les phénomènes de nutrition des tissus, et nullement dans l'hypothèse dont il est question.

» Je passe ensuite à l'état électrotonique.

» Lorsqu'on fait passer un courant constant dans une certaine longueur de nerf, ce nerf éprouve un changement dans son irritabilité. M. du Bois-Reymond a appelé ce nouvel état *électrotonique*. M. Pfluger, en analysant ce phénomène, a constaté que l'irritabilité du nerf, dans le voisinage de l'électrode négative est augmentée, et diminuée près de l'électrode positive, et que dans l'intervalle se trouve un point neutre. Dans ce mode d'expérimentation il y a des effets physiques et des effets chimiques produits; Faraday a appelé les premiers *électrotoniques*, acception différente de celle que l'on a donnée à l'état du nerf parcouru par un courant; ces effets résultent de l'état de tension dans lequel se trouvent les molécules du nerf pendant le passage du courant dans un fil conducteur, lequel produit, quand il cesse, un courant d'induction dans le même sens que le courant initial; dans un métal, le retour des molécules à leur état naturel d'équilibre est immédiat; mais on ignore s'il en est de même dans les corps médiocres conducteurs comme les nerfs. D'un autre côté, le courant électrique opère des transports de matières du pôle positif au pôle négatif, au travers des tissus. Quant à

(1) *Éléments de Physiologie* du Dr Ermann, traduction du Dr Onimus, p. 241.

l'action électro-chimique du courant, elle consiste en ce que le courant dépose, sous l'électrode négative, de l'alcali, et de l'acide sous l'électrode positive; l'acide coagule en même temps l'albumine, dans la zone acide; toutes ces causes doivent agir sur l'irritabilité du nerf, notamment l'alcali en l'augmentant, comme on le sait, l'acide en la diminuant dans les zones où ils se trouvent; les effets produits sont donc complexes. Entre les deux zones, où il n'y a ni acide, ni alcali, l'irritabilité du nerf n'est pas changée.

» Dans le courant propre de la grenouille, tel que l'ont mis en évidence d'abord Galvani, puis Nobili, la cessation de la contraction du muscle de la jambe, au bout de peu de temps, dépend non-seulement de l'affaiblissement de l'irritabilité du nerf, mais encore d'une polarisation secondaire donnant lieu à un courant en sens inverse, dont on démontre l'existence.

» Il est à remarquer, toutefois, que l'expérience de Galvani ne réussit qu'autant que les nerfs lombaires sont isolés des tissus environnants, ce qui exclut déjà la possibilité de l'existence de semblables courants dans les êtres vivants. Des expériences rapportées dans mon Mémoire viennent à l'appui de cette conclusion.

» Le courant musculaire, découvert par Matteuci, et le courant nerveux par M. du Bois-Reymond, est celui que l'on obtient lorsqu'on met en communication métallique un point de la surface avec un autre d'une section transversale ou près de la surface, ou sans communication métallique immédiate, comme on le fait avec l'appareil de M. du Bois-Reymond; ces courants allant de l'intérieur à l'extérieur du tissu, en suivant le conducteur, ont sans aucun doute une origine chimique, et on peut en constater l'existence pendant plusieurs semaines avec certaines précautions; ce courant est dû à la réaction des liquides intérieurs, qui sont alcalins, sur les liquides extérieurs, qui le sont moins, ou à l'état neutre. Quand la putréfaction est avancée, l'intérieur devenant plus fortement acide, le courant a lieu quelquefois en sens inverse.

» Les tendons, les artères, les veines, les intestins, les os et tous les tissus, comme on l'a vu dans mon précédent Mémoire, donnent des courants dans le même sens et dans les mêmes conditions.

» Le courant osseux, qui ne diffère en rien du courant musculaire sous le rapport de sa formation, est remarquable par l'intensité de la force électromotrice de l'électricité qui le produit et par sa durée : aussi en ai-je fait une étude spéciale. Voici la marche que j'ai suivie pour mettre en évidence ses propriétés.

» La première question à résoudre est la détermination de la force électromotrice des liquides qui humectent les tissus, et qui dépend de leur composition, force qui a une grande importance dans les phénomènes de la vie, abstraction faite de celle qui concerne le sang artériel et le sang veineux, dont on s'est déjà occupé, et sur laquelle j'ai l'intention de revenir.

» J'ai commencé par chercher la force électromotrice des liquides du tissu osseux, qui est plus stable que celle des liquides des autres tissus. Le couple osseux d'un animal nouvellement tué est formé de deux lames de platine dépolarisées, en rapport avec un galvanomètre, et d'eau distillée; l'une est introduite dans la moelle, l'autre est appliquée sur la surface de l'os, qui est plongé ensuite dans un vase contenant de l'eau distillée. Ce couple donne naissance à un courant dirigé de l'intérieur à l'extérieur, comme celui du muscle, lequel polarise les lames aussitôt que le circuit est fermé; il fallait donc chercher un moyen de déterminer avec exactitude la force électromotrice au moyen de la déviation de l'aiguille aimantée par première impulsion; on y parvient à l'aide de la méthode connue, dite *par opposition*, laquelle consiste à opposer, au courant qui produit cette déviation, un courant variable, provenant d'un certain nombre de couples possédant, chacun, la même force électromotrice; le nombre de couples nécessaire pour que l'aiguille garde le zéro donne la force électromotrice du courant par rapport à celle d'un couple pris pour unité.

» Au lieu d'employer une pile thermo-électrique, j'ai fait usage d'une pile composée de couples hydro-électriques, d'un usage facile, et qui se trouve dans les conditions voulues pour résoudre la question. Cette pile a été étudiée, d'une manière toute spéciale, par M. Edm. Becquerel, et dont il fera connaître à l'Académie les résultats qu'il a trouvés dans les recherches qu'il a entreprises sur la force électromotrice produite au contact des liquides.

» Cette méthode est applicable également à la détermination des forces électromotrices des liquides dans les tissus des animaux vivants, sans y produire de lésions bien sensibles, forces qui donnent naissance aux courants électro-capillaires auxquels je rapporte les phénomènes de nutrition dans les tissus.

» Les nombreuses expériences que j'ai faites sur la force électromotrice des liquides qui humectent la moelle des os et les parties contiguës ont montré que cette force est environ moitié de celle du couple à sulfate de

cuivre, force à laquelle on était loin de s'attendre. En accouplant deux de ces couples en pile, on a une force électromotrice double, ainsi de suite. Cette force, qui est constante pendant quelque temps, augmente ensuite peu à peu, à mesure que l'eau distillée dans laquelle plonge l'os se charge de matières organiques, qui, en se décomposant, rendent l'eau acide. Cette eau, en réagissant sur le liquide alcalin de la moelle, donne une force électromotrice d'autant plus grande, qu'elle contient plus d'acide, mais ne dépasse guère jusqu'ici les trois quarts de celle du couple à sulfate de cuivre très-légèrement.

» L'explication que j'ai donnée du courant osseux reposant sur la structure de l'os, j'ai dû faire un exposé détaillé de cette structure et de ses relations avec les tissus adjacents. Il résulte de cet exposé que le courant osseux a une origine semblable à celle du muscle et du nerf, quand l'intérieur et l'extérieur sont mis en communication avec un arc métallique non oxydable. Or, la moelle se trouvant non-seulement dans le canal médullaire, mais encore dans toutes les cavités osseuses et les canicules, elle est ainsi répartie dans toutes les parties de l'os, excepté dans les nerfs, les vaisseaux et les parties solides des os; il en résulte que, partout où elle se trouve, il se dégage de l'électricité négative, par suite de sa réaction sur les liquides ambiants, qui prennent de l'électricité positive; il se manifeste des courants aussitôt que la communication métallique est établie.

» Que se passe-t-il avec cette communication, non-seulement dans les os, mais encore dans les autres tissus? Les effets doivent être les mêmes que dans les appareils à tubes fêlés ou à membranes poreuses, quand les deux liquides communiquent ensemble au moyen d'un fil et de deux lames de platine; dans ce cas, la presque totalité de l'action électrochimique, au lieu d'avoir lieu dans les espaces capillaires, s'opère sur les lames dont la conductibilité est meilleure que celle des parois de ces espaces. Vient-on à enlever les lames, les actions électro-capillaires recommencent aussitôt. On peut tirer de là la conséquence qu'avec l'os, la lame de platine placée dans la moelle s'empare de l'électricité négative devenue libre, dans toutes les parties où elle se trouve, tandis que l'autre lame, appliquée sur le périoste, prend l'électricité positive des liquides ambiants, et alors les actions capillaires cessent à peu près partout; avec les muscles et les autres tissus, de pareils effets doivent être produits.

» Si donc on avait un moyen de mettre en communication métallique la partie intérieure d'un muscle ou d'un os avec sa surface, dans un corps vivant, on ferait cesser probablement les actions électro-capillaires, et, par

suite, les phénomènes de nutrition auxquels ils sont dus; le tissu dépérirait alors peu à peu. Je m'occupe de faire cette expérience, qui présente de grandes difficultés, vu les précautions à prendre pour faire vivre longtemps l'animal avec cet appareil. J'entre ensuite dans de nouveaux détails sur les changements qui s'opèrent dans l'irritabilité des nerfs par l'action d'un courant, et qui sont dus à une action physique et à une action chimique.

» J'ai examiné également le courant produit dans la contraction musculaire; mes expériences m'ont amené à conclure qu'il n'y a seulement qu'une diminution dans l'intensité du courant résultant d'un changement instantané dans la composition du suc musculaire intérieur, qui devient un peu moins alcalin que lorsque le muscle est à l'état de repos. En répétant un certain nombre de fois la contraction, on finit par constater le fait : cette opinion est également celle de M. du Bois-Reymond.

» En résumé, les faits exposés dans ce Mémoire conduisent aux conséquences suivantes : les courants musculaires nerveux, osseux et autres, que l'on observe dans les êtres vivants ou morts, lorsque les tissus forment des circuits fermés, en mettant en communication l'intérieur avec la surface, soit avec un fil de métal, soit avec un nerf isolé de tous les tissus adjacents, ont une origine chimique et ne proviennent nullement d'une organisation électrique des muscles et des nerfs; de sorte que l'on ne peut faire dépendre les fonctions musculaires et nerveuses de cette organisation.

» Les courants électro-capillaires jouent le principal rôle dans ces mêmes fonctions; ce sont les seuls courants dont l'existence soit bien constatée jusqu'ici; dans les corps vivants, ils sont produits partout où il y a deux liquides différents séparés par une membrane cellulaire. La vie diminuant, les cellules s'agrandissent, les liquides se mêlent, les courants électro-capillaires cessent, et la putréfaction commence; là s'arrêtent les recherches du physicien, car tout ce qui tient à l'excitation cérébrale transmise au système sensitif, qui réagit par une action réflexe sur les nerfs moteurs, ainsi qu'à l'action mécanique du cœur, dépend de la physiologie et non de la physique. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Note sur la détermination des forces électromotrices faibles; par* M. Edm. Becquerel.

« La détermination des forces électromotrices dues aux réactions chimiques qui ont lieu dans les corps organisés, et dont mon père vient d'en-

tretenir l'Académie, est une question délicate, car il est souvent nécessaire, pour manifester la production des courants électriques, d'employer des électrodes en platine qui se polarisent promptement; en outre, la grande résistance à la conductibilité des liquides et des corps de l'organisme, résistance très-variable du reste, est un obstacle à ce que l'intensité du courant électrique développé puisse conduire à donner une mesure exacte de ces effets.

» On peut obtenir cependant ce résultat à l'aide de la méthode par opposition, consistant, comme on le sait, à interposer dans le circuit parcouru par un courant, et renfermant un galvanomètre très-sensible, une pile d'un certain nombre d'éléments ayant tous la même force électromotrice, de façon à détruire l'effet de ce courant; on prend alors le nombre des éléments de cette pile normale, qui est nécessaire pour atteindre ce point, comme mesure de la force électromotrice cherchée, ou plutôt comme l'expression de la tendance à la production du courant électrique dans le circuit que l'on considère, la résistance à la conductibilité du système n'entrant pas comme élément dans la question.

» Mais il est nécessaire de prendre des précautions sans lesquelles les déterminations ne sauraient être exactes : d'abord la pile normale doit avoir des éléments aussi identiques que possible, et la force électromotrice de ces éléments ne doit être ni trop forte pour que les éléments à interposer dans le circuit ne soient pas en petit nombre, ni trop faible de sorte qu'il soit nécessaire d'un trop grand nombre de couples pour réduire à zéro l'intensité du courant.

» Les piles thermo-électriques déjà utilisées dans ce but par M. J. Regnault et par M. Gaugain, sont très-propres à cette détermination; car, bien que de faibles quantités de matières étrangères donnent aux métaux un pouvoir thermo-électrique différent, cependant avec quelques précautions on peut construire des couples qui ont à peu près la même force électromotrice. Mais si l'on veut mesurer des forces électromotrices allant jusqu'à celle d'un couple à acide azotique, à moins d'employer des éléments thermo-électriques formés avec les alliages que j'ai fait connaître (1), il faut employer un nombre d'éléments de la pile normale pouvant aller jusqu'à 250 ou 300 et même au delà, et s'astreindre à maintenir parfaitement constantes les températures des différentes jonctions de ces éléments thermo-électriques pendant toute la durée des expériences.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VIII, p. 389; 1866.

Néanmoins, quand la température est la même, ces piles ont toujours la même force électromotrice.

» On a bien employé également des piles électro-chimiques, mais dont les forces électromotrices étaient, en général, trop grandes, de sorte que l'erreur commise en s'arrêtant à un petit nombre de couples, pour équilibrer à peu près l'action du courant que l'on étudie, peut être trop considérable. Les conditions d'une pile normale de comparaison, dans le cas dont il s'agit ici, peuvent être suffisamment remplies en utilisant la propriété que H. Davy a reconnue au zinc amalgamé de pouvoir former avec le zinc ordinaire un couple voltaïque. La force électromotrice développée quand deux électrodes semblables aux précédentes sont plongées dans une dissolution saturée de sulfate de zinc est très-variable et dépend non-seulement de l'état de la surface des lames, mais encore de l'acidité de la dissolution. Cependant elle peut être rendue à peu près constante pendant un temps assez long, même pendant plusieurs jours. C'est une des plus basses unités électro-chimiques dont on puisse faire usage et qui est d'un emploi facile, mais avec cette précaution indispensable d'éviter la polarisation des lames et de comparer fréquemment la force électromotrice d'un certain nombre d'éléments, aussi semblables entre eux que possible, avec celle de couples connus, comme celui formé par le zinc amalgamé et le cadmium plongeant dans leurs sulfates respectifs, ainsi qu'avec le couple zinc amalgamé-cuivre, sulfate de zinc-sulfate de cuivre, dont la force électromotrice est généralement prise pour unité.

» Voici comment on peut disposer une pile électro-chimique normale de ce genre : chaque couple renferme deux électrodes en zinc laminé ordinaire, dont l'une seulement est amalgamée, et qui plongent dans une dissolution saturée à froid de sulfate de zinc pur; cette dissolution est rendue la moins acide possible par une ébullition prolongée avec du carbonate de zinc. Afin que les lames ne se touchent pas, on les sépare dans chaque couple au moyen d'un diaphragme poreux en biscuit de porcelaine, comme dans les couples à deux liquides, mais de sorte que la même dissolution se trouve des deux côtés du diaphragme. Il n'est pas nécessaire que les couples aient de grandes dimensions : des diaphragmes de $2^c,5$ de diamètre sur 4 centimètres de hauteur suffisent; les vases extérieurs de chaque élément ont alors $3^c,5$ de diamètre sur 5 centimètres de hauteur. Cependant, avec de plus grandes dimensions la composition du liquide reste plus longtemps la même, et la force électromotrice des couples varie moins vite; on a donc avantage à se servir de plus grands couples, quand on veut maintenir pendant longtemps

la constance de la pile. On réunit les pôles opposés de chaque couple par des fils de cuivre soudés aux lames de zinc, lesquels fils plongent dans des tubes contenant du mercure, de sorte qu'à l'aide de ces derniers on peut aisément interposer dans un circuit un nombre variable de couples depuis l'unité jusqu'à la somme totale des éléments de la pile.

» Une pile de ce genre qui vient d'être montée n'a pas immédiatement toute son énergie; il faut plusieurs heures pour qu'elle offre une force électromotrice à peu près constante, et qui se maintienne telle pendant quelque temps. Avec une dissolution saturée de sulfate de zinc pur, rendue la plus neutre possible, et une pile de la dimension indiquée plus haut, j'ai reconnu que, pour compenser l'action exercée sur un galvanomètre par un couple zinc amalgamé-cadmium, sulfate de zinc-sulfate de cadmium, il a fallu un nombre d'éléments qui a été d'abord de 67, et qui s'est maintenu à peu près tel pendant quelque temps. Au bout de trois jours, la pile étant restée montée, l'action avait changé, et le nombre d'éléments nécessaires pour cette compensation était devenu 40. La force électromotrice de chaque couple de cette pile par rapport à celle du couple zinc-cadmium était donc d'abord $\frac{1}{67}$, et était arrivée à $\frac{1}{40}$.

» Avec une autre dissolution, également saturée mais un peu moins neutre, une pile de 40 éléments, après vingt-quatre heures d'action, a donné pour chaque élément, par rapport à la même unité, le nombre $\frac{1}{18,5}$; puis ce nombre, s'abaissant très-lentement d'un jour à l'autre, est devenu $\frac{1}{19,5}$ quatre jours après; ainsi pendant ces quatre jours, le nombre de couples équivalent au couple zinc-cadmium en force électromotrice n'a varié que de 18,5 à 19,5. En laissant fonctionner la pile, la force électromotrice de chaque élément est devenue $\frac{1}{23}$ après six jours, et $\frac{1}{25}$ dix jours après le commencement de l'action. Mais chaque jour, pendant plusieurs heures, la force électromotrice ne changeait pas d'une manière notable, de sorte que l'appareil pouvait servir aux comparaisons des forces électromotrices qu'on avait en vue d'étudier.

» Une autre pile dont la dissolution de sulfate de zinc avait été légèrement acidulée a donné d'abord, pour chaque élément, une force électromotrice de $\frac{1}{13}$ par rapport à la même unité; puis un nombre qui, deux jours après, a commencé à diminuer. En acidulant davantage la dissolution, la

fraction représentant la force électromotrice de chaque couple a de nouveau augmenté de valeur.

» Ainsi, en ayant soin de rapporter aux unités connues les forces électromotrices des couples d'une pile semblable aux précédentes dont la force électromotrice n'est pas toujours la même, avec 100 éléments lorsque le sulfate de zinc n'est pas trop neutre, on peut faire la plupart des comparaisons dont on a besoin dans les expériences physiologiques dont il s'agit ici. Dans une des comparaisons ci-dessus, il a fallu entre 18 et 19 éléments, mais plus près de 19, de la pile de comparaison pour égaler en force électromotrice le couple zinc amalgamé-cadmium; pour le couple zinc amalgamé-cuivre, sulfate de zinc-sulfate de cuivre, il a fallu un nombre d'éléments compris entre 58 et 59, très-près de 59. D'après cela, le rapport des forces électro-motrices de ces deux couples serait $\frac{19}{59} = 0,322$; or, avec le magnétomètre et la balance électro-magnétique, j'avais trouvé antérieurement 0,324 pour le rapport des forces électromotrices de ces deux couples, nombre qui diffère à peine du précédent.

» Il y a des précautions à prendre, sans lesquelles les déterminations expérimentales ne donneraient pas des résultats exacts : lorsqu'on compense l'action d'un couple électro-chimique par un nombre d'éléments d'une pile normale également électro-chimique, on n'établit qu'un équilibre instable entre les deux courants opposés l'un à l'autre; si c'est le courant de la pile normale qui l'emporte pendant un instant, les lames du couple opposé se polarisent par dépôt électro-chimique, et sa force électromotrice baisse aussitôt; alors le premier courant tend à l'emporter encore davantage. Si c'est celui du couple qui prédomine, toutes les lames de zinc amalgamé devenant des électrodes négatives dans les couples, se recouvrent de zinc par la décomposition électro-chimique du sulfate de zinc, et la force électromotrice de chaque élément tend à diminuer. On voit donc que, lorsque le courant l'emporte dans un sens ou dans l'autre, l'effet s'accentue toujours de plus en plus dans le sens du courant le plus fort. Il faut donc opérer par essais successifs, et, après chacun des essais, fermer le circuit de chaque pile sur lui-même pendant plusieurs minutes au moins avant chaque opposition; il faut ensuite laisser les circuits ouverts pendant plus ou moins de temps; de cette manière, on détruit les effets inverses dus aux dépôts et à la polarisation des lames, et, lors des comparaisons, les choses se présentent toujours dans les mêmes conditions relatives. Quand il s'agit de la détermination de la force électromotrice, due à la

réaction chimique de deux dissolutions dans lesquelles plongent des lames de platine, le circuit formé par ce système doit rester préalablement ouvert pendant un temps suffisant pour détruire toute polarisation.

» Avec ces précautions et en ayant soin de maintenir le liquide au même niveau dans les couples, ces piles, malgré les changements dont il vient d'être question et les effets de polarisation qu'elles présentent, peuvent être employées utilement. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution de l'auréole solaire, et sur quelques particularités offertes par les gaz raréfiés, lorsqu'ils sont rendus incandescents par les courants électriques.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Rome, ce 20 décembre 1869.

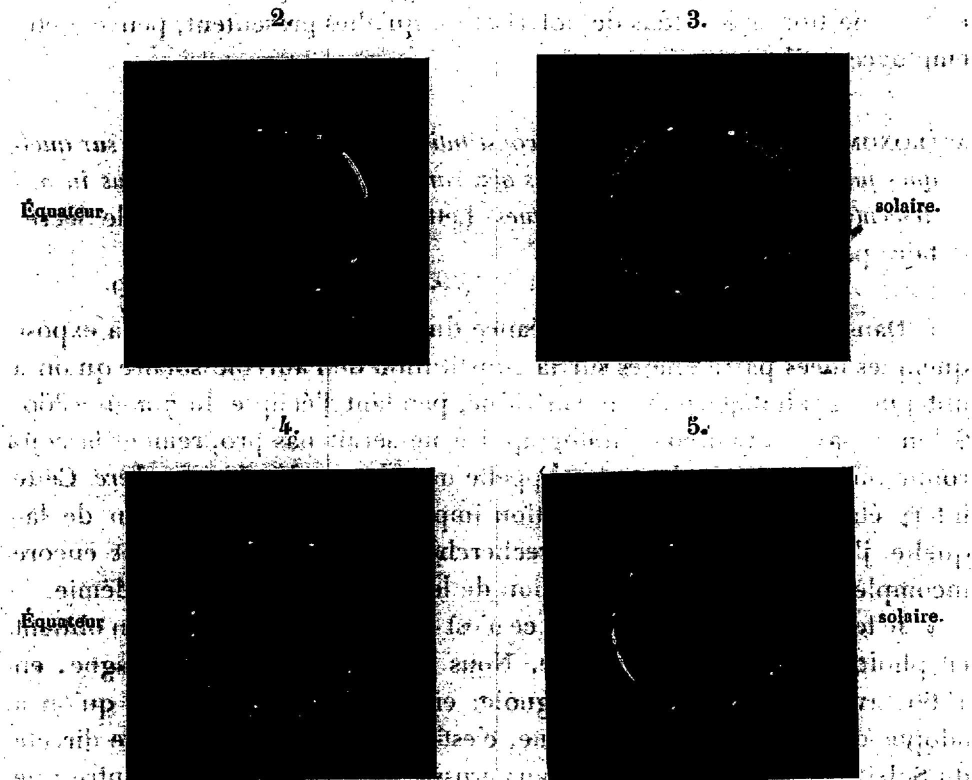
» Dans le *Compte rendu* de la séance du 6 décembre, M. Gould a exposé quelques idées particulières sur la constitution de l'auréole solaire qu'on a obtenue en photographie en Amérique, pendant l'éclipse du 7 août 1869. Selon ce savant, l'auréole photographiée ne serait pas proprement la couronne, mais cette couche qu'on appelle maintenant la *chromosphère*. Cette interprétation touche à une question importante, pour la solution de laquelle j'ai entrepris quelques recherches : bien qu'elles soient encore incomplètes, je demande permission de les communiquer à l'Académie.

» Je ferai d'abord observer que ce n'est pas la première fois qu'on obtient en photographie l'auréole solaire. Nous l'avons obtenue en Espagne, en 1860, avec la Commission espagnole, en employant le système qu'on a adopté dernièrement en Amérique, c'est-à-dire en prenant l'image directe du Soleil au foyer de l'objectif, sans grossissement. Je donne ci-contre une reproduction de ces photographies. Dans le n° 3, qui a été obtenu par une exposition de trente secondes, on observe cette auréole très-diffuse, s'étendant en quelques points jusqu'à un demi-rayon solaire, presque 7 minutes. Mais elle n'est pas régulière tout autour, et l'on remarque que, dans toute la région équatoriale, elle est beaucoup plus vive et plus haute qu'aux pôles; elle atteint son maximum dans les régions qui correspondent aux zones où l'activité solaire est le plus puissante, c'est-à-dire aux zones des taches et des facules. Dans la relation que j'ai donnée des observations de cette éclipse, et qui a été publiée à part et reproduite dans les Mémoires de 1863, j'ai fait

(1) Cette Lettre est celle dont il avait été fait mention au *Compte rendu* de la séance du 3 janvier.

remarquer ces détails; mais il paraît qu'on n'y a pas fait assez d'attention. Les observations nouvelles viennent donc prouver la précision des nôtres.

Photographies directes obtenues en Espagne, le 18 juillet 1860, avec la lunette de Cauchoix, *du Collége Romain.*



» Cette structure, élevée et inégale, de la couche la plus voisine du Soleil, a été confirmée par les observations faites sur les raies de la chromosphère, et par la grandeur des protubérances, que nous avons toujours trouvées plus élevées dans la zone des taches qu'aux pôles; elle vient d'être plus clairement établie encore par les dernières observations de M. Respighi sur la distribution des protubérances. L'auréole fixée sur nos photographies serait donc, en grande partie, la chromosphère.

» Cette coïncidence cependant ne me paraît pas infirmer l'opinion que la couronne visible soit aussi cette chromosphère, et que les gloires, ou rayons, dépendent des protubérances elles-mêmes, au moins en partie, tout en laissant à l'illumination produite par eux, sur notre atmosphère,

une influence considérable. En effet, il est hors de doute que des observateurs qui ont fait attention à cette coïncidence l'ont constatée, comme le P. Cappelletti au Chili, dans l'éclipse de 1865, et les professeurs de Manila à Montarvaloa-Kekée, près de Célèbes, en 1868.

» On voit donc l'importance qu'il y aurait à constater cette relation et ces circonstances dans les éclipses futures.

» L'étendue de cette atmosphère, qui serait, tant dans nos photographies que dans les dernières photographies américaines, de 6 à 7 minutes, ne peut pas étonner, car il y a des protubérances qui ont quelquefois au moins 3 minutes, et, au-dessus de celles-ci, des couches d'hydrogène encore plus élevées. C'est ce que l'on peut prouver facilement. Nous savons maintenant qu'il est facile de reconnaître l'existence des protubérances sur le disque même du Soleil, en observant les points où la raie noire C de l'hydrogène devient plus étroite; la disparition complète et le renversement s'observent dans les taches, mais, en plein disque, on ne réussit ordinairement à obtenir que le rétrécissement de cette raie. On peut donc conclure de là que, au-dessus de ces proéminences, qui, vues directement, donneraient une raie lumineuse, il y a une couche qui absorbe leurs rayons et produit une raie obscure. D'ailleurs, il est certain que la limite des raies brillantes dans les proéminences rouges n'est pas, et ne peut pas être, la limite de l'atmosphère d'hydrogène ou du mélange d'hydrogène et d'autres gaz. La hauteur des raies n'indique que la région à laquelle l'hydrogène a la température voulue pour produire ces raies : lorsqu'il est à une température plus basse, l'effet est contraire, et l'on a une absorption.

» Mais quelle est la température à laquelle le gaz cesse de donner des lignes brillantes? Cette température n'est pas encore connue : je n'ai pas pu réussir à la déterminer, mais je vais exposer des recherches qui, peut-être, y pourront conduire. Les résultats obtenus pour quelques gaz nous prépareront pour l'intelligence de ce qui appartient à l'hydrogène. Je commencerai par les expériences sur l'azote.

» Si l'on fait passer, au travers d'un tube contenant de l'azote raréfié et formé de parties successives de sections différentes, l'une capillaire, l'autre de 3 millimètres de diamètre, et la troisième de 12 à 13 millimètres, une décharge électrique provenant d'une bonne machine ordinaire à coussinets, on trouve les résultats suivants : 1° si l'on met en communication directe le conducteur avec l'un des pôles du tube et les coussinets avec l'autre, on

observe, dans le tube capillaire seulement, le spectre de premier ordre à colonnes continues et rayées, spectre qui est bien connu; 2° si, au contraire, on fait éclater l'étincelle sur une boule attachée à l'anneau du pôle, on voit le spectre changer de nature selon la longueur de l'étincelle. Lorsque l'étincelle atteint environ 2 centimètres de longueur, le tube capillaire présente une lumière de couleur verte, dont le spectre est de second ordre, pendant que les sections plus larges présentent un spectre cannelé de premier ordre. Pour une certaine longueur d'étincelle, on peut même avoir simultanément trois spectres : dans la section plus étroite, on observe le spectre de second ordre, à raies brillantes, et, dans les deux autres, deux spectres cannelés, dont l'un est le spectre à cannelures fines décrites par Plücker, l'autre le spectre à cannelures plus larges, tellement espacées, que trois d'entre elles occupent la place de huit.

» Ces phénomènes peuvent se répéter avec une bobine de Ruhmkorff, en renforçant convenablement la pile et intercalant une bouteille de Leyde dans le circuit. Ainsi, *le même tube peut donner les trois spectres simultanément dans des sections différentes*, et, par conséquent, pour la même pression du gaz : ce fait est, je crois, nouveau.

» J'ai cherché si des résultats semblables s'observeraient avec d'autres gaz, que j'avais dans des tubes préparés par M. Geissler, de Bonn.

» Le brome, dans un tube de 4 à 5 millimètres de diamètre, a donné un ruban de couleur rouge, lumineux, continu, sans aucune stratification : le spectre présentait seulement quelques bandes de lumière, séparées par de larges intervalles. Dans le tube capillaire, la couleur était verte, et le spectre présentait un grand nombre de raies plus serrées. Le tube s'étant brisé, je n'ai pas pu étudier ces spectres en détail.

» Le chlore a présenté un phénomène semblable : dans le tube à large section, le ruban lumineux, continu comme dans le brome, donnait seulement trois bandes vertes nébuleuses du côté du violet, équidistantes; dans le tube capillaire, au contraire, on avait une lumière plus vive, verte, qui présentait six raies très-vives, dont la plus brillante gardait dans les deux spectres une position constante. L'auréole du pôle métallique présentait le même spectre que le tube capillaire.

» On est donc conduit à dire d'une manière générale que, dans les gaz, deux spectres différents peuvent se produire, sous la même pression, par la seule influence d'une variation de la section du tube. L'influence de la section ne peut être évidemment d'une autre nature dans les fils métalliques, où nous savons que la température est proportionnelle au carré de

la section du fil lui-même. D'où il suit que, connaissant la température absolue à laquelle l'un des spectres se produit, on pourra calculer celle qui détermine la production de l'autre, en connaissant la valeur de la section. Cependant ces limites peuvent se confondre et se superposer, car j'ai vu souvent dans le même tube d'azote deux spectres simultanés.

» Les températures auxquelles se produisent ces spectres de différents ordres ne sont pas les mêmes pour tous les gaz. Ainsi, dans un tube contenant de l'azote mélangé de vapeur d'eau, on voyait les raies de l'hydrogène coexistantes avec le spectre de l'azote de premier ordre. D'où il résulte que les raies de l'hydrogène se produisent à une température qui ne développe pas celles de l'azote de deuxième ordre.

» Ayant ainsi établi que les raies des gaz dépendent essentiellement de leur température, comme on l'avait déjà conclu d'autres observations, voyons ce qui arrive pour l'hydrogène. Avec ce gaz, de fortes étincelles donnent simultanément un spectre à larges bandes de premier ordre, dans le tube à grande section, et un spectre à simples raies brillantes de deuxième ordre, avec une faible lumière diffuse, dans le tube capillaire. De sorte que l'effet serait le même que pour les autres gaz.

» Si, dans l'hydrogène, on affaiblit graduellement la tension de l'étincelle, on remarque que la largeur des raies $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ diminue aussi, jusqu'à ce que, dans les tubes à grande section, elles disparaissent ou deviennent très-fines et à peine visibles avec la même ouverture de fente. Il paraît donc qu'il y a une température limite, pour une densité donnée, à laquelle les raies brillantes α, β, γ de ce gaz s'évanouissent. Mais quelle est cette température? C'est ce qu'il est très-difficile de déterminer. Je dirai seulement qu'elle doit être très-élevée, car les tubes capillaires, quand le courant a passé pendant quelques instants, s'échauffent tellement, malgré la grande épaisseur du verre, qu'on ne peut pas les toucher.

» Ces faits expliquent cependant plusieurs phénomènes bien constatés dans l'atmosphère solaire.

» 1° On voit que l'élévation de température donne à l'hydrogène la propriété de présenter, dans son spectre, des raies plus larges. Or les protubérances présentent leurs raies spectrales élargies à la base, près du disque solaire; au sommet, les raies sont terminées en pointe, là où la température est plus faible. Évidemment, au delà de la limite des raies brillantes, l'hydrogène peut exister sans que nous puissions le constater par ses raies, et par conséquent les raies *ne donnent pas la mesure complète de l'épaisseur de la couche* d'hydrogène, comme nous l'avons déjà prouvé d'une

autre manière : la véritable atmosphère de ce gaz peut être bien plus élevée.

» 2° L'hydrogène nous a donné, dans la boule du tube du pôle positif, une raie assez belle, placée presque à égale distance des deux raies G et F (α et β) du spectre solaire, mais un peu plus rapprochée de F : or, cette raie coïnciderait avec celle que M. Young a observée dans la dernière éclipse, comme propre à la couronne. On l'a attribuée au fer, et j'ai d'abord supposé que, dans mes tubes, elle pouvait provenir des réophores métalliques; mais les tableaux que je possède ne m'autorisent pas à admettre cette conclusion, je l'ai vue d'ailleurs également dans des tubes de Geissler qui sont très-purs et très-peu fluorescents; je crois donc qu'elle appartient réellement aussi à l'hydrogène, mais qu'elle se développe sous une température plus basse, car je l'ai vue seulement dans la boule qui environne le réophore.

» 3° On pourrait peut-être, par les remarques précédentes, expliquer pourquoi en mêlant plusieurs gaz dans le même tube on n'a que le spectre d'un seul : cela serait dû à la même cause qui fait qu'en fermant le circuit électrique d'une pile avec deux fils d'égal diamètre, mais de natures différentes, on voit un seul de ces fils devenir lumineux. C'est ainsi que, dans l'air, on ne voit pas les raies de l'oxygène avec celles de l'azote. De même, il peut arriver que, dans le Soleil, les gaz autres que l'hydrogène ne soient pas visibles, probablement parce que leur illumination demande une température supérieure à celle de la région limite du Soleil. En effet, nous avons vu que la température qui développe les raies brillantes dans l'hydrogène n'est pas suffisante pour les développer dans l'azote. Or, il serait impossible, dans le Soleil, de distinguer une autre espèce de lumière que celle des raies brillantes des spectres de deuxième ordre : celles du premier ordre sont trop faibles, et peuvent tout au plus produire les zones plus obscures que nous avons constatées dans les noyaux des taches.

» De ce que nous venons de dire, il paraît résulter que la détermination de la température de l'atmosphère solaire pourra être effectuée, si l'on réussit à fixer quelle est la température à laquelle, sous une certaine pression, ce gaz cesse de donner des raies brillantes. Les difficultés pratiques ne me paraissent pas insurmontables, mais demandent des éléments de recherche que je n'ai pas à ma disposition; je veux espérer que cette étude sera abordée par des physiciens ou des chimistes mieux pourvus que moi. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu *M. Matteucci.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Mayer obtient.	40	suffrages.
M. Kirchhoff.	5	»
M. Angström.	1	»
M. Thomson.	1	»

M. Mayer, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Fabrication des tam-tams et des cymbales.* Note de MM. A. Riche et P. Champion.

(Renvoi aux Sections de Chimie et de Physique.)

« En 1833, M. St. Julien publia, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1), une Note sur les procédés dont les Chinois font usage pour fabriquer les tam-tams et les cymbales, Note de laquelle il semble résulter que le métal employé pour cet usage se martèle à chaud. A la suite de cette Communication, Darcet fit insérer dans le même Recueil (2) une Lettre dans laquelle il dit formellement que M. St. Julien a été induit en erreur, car l'expérience prouve, d'une part, que les instruments chinois sont formés par un alliage de cuivre et d'étain, contenant environ 80 du premier métal et 20 du second, et, d'autre part, que cet alliage, très-cassant à froid, l'est beaucoup plus encore à chaud. D'après d'Arcet, cette fabrication reposerait sur *un tour de main* bien simple, qui consiste dans la *trempe* du métal coulé. Il arriva à fabriquer, par cette méthode, quelques tam-tams, et plus de soixante paires de cymbales. Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler la manière dont on opéra d'après ses conseils, et nous reproduisons textuellement ce qu'il dit sur ce point :

(1) Tome LIV, p. 329 (1833).
(2) Tome LIV, p. 331 (1833).

La pièce, sortie du moule, est ébarbée; on la trempe comme on le fait pour l'acier. Si la pièce s'est voilée en la plongeant au rouge dans l'eau froide, on en rectifie la forme au moyen du marteau et en planant *à petits coups*. On lui donne le ton convenable, soit primitivement en forçant plus ou moins la trempe, soit ensuite en récrouissant la pièce par un martelage suffisant.

» Ainsi, d'Arcet ne faisait que tremper la pièce coulée, ou il la martelait ensuite à froid lorsque la pièce s'était gauchie.

» Il suffit de regarder les tam-tams chinois pour s'assurer qu'ils ne sont pas fabriqués par cette méthode, car ils portent la trace de nombreux et violents coups de marteau, qui indiquent qu'on les a frappés longtemps et à une température assez élevée pour ramollir le métal et pouvoir diminuer considérablement l'épaisseur au centre en faisant refluer la matière sur les bords, qui ont une épaisseur beaucoup plus forte.

» D'ailleurs, les instruments obtenus à cette époque par la méthode de d'Arcet ne présentaient pas la sonorité des instruments chinois, de sorte que ces essais très-intéressants ne purent donner naissance à une fabrication régulière; et aujourd'hui on n'est pas arrivé, soit à Paris, soit en Europe, au dire de nos meilleurs fabricants d'instruments (1), à faire des tam-tams et des cymbales avec l'alliage des Chinois et des Turcs.

» De plus, les notes recueillies par M. Champion donnent raison au dire de M. Julien.

» M. Riche ayant établi, dans ses recherches sur les alliages, que le bronze des instruments sonores *se martèle et même se lamine à chaud* aussi bien que le fer ou le bronze d'aluminium (2), et M. Champion ayant suivi toutes les phases de la fabrication des tam-tams près de Shang-Haï, dans un voyage entrepris au point de vue scientifique, et ayant constaté que le travail ne consiste qu'en un martelage à chaud prolongé pendant plusieurs heures et suivi de la trempe (3), nous nous sommes proposé de reprendre en commun cette question.

» Après de longs tâtonnements et beaucoup de tentatives infructueuses, nous sommes enfin arrivés à combler la lacune que présentait à ce sujet l'industrie des pays européens, et nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie les deux premiers tam-tams complets obtenus en suivant nos indications.

(1) MM. Gautrot et Lecomte.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 343.

(3) Stanislas Julien et Champion, *Industries anciennes et modernes de l'Empire chinois*, 1869; Lacroix, éditeur.

» Les premiers essais ont été faits à la Monnaie de Paris, et nous sommes heureux de reconnaître que l'aide que nous y avons rencontrée a beaucoup contribué à notre succès. En effet, on a constaté que, si l'alliage est coulé dans un moule métallique, ou s'il est coulé dans le sable en disques trop minces (3, 4, 5 millimètres), on risque beaucoup de ne pas mener le travail à bonne fin, parce que l'intérieur des disques contient ordinairement des soufflures et manque d'homogénéité : d'où il résulte qu'il faut couler le métal en sable et sous une épaisseur assez forte.

» On a reconnu aussi, dans ces essais, que la fabrication serait impossible, économiquement parlant, dans nos pays, si l'on suivait *à la lettre* le procédé des Chinois, c'est-à-dire si l'on étendait le disque exclusivement par le martelage à chaud, parce que l'on ne peut travailler le métal qu'au rouge sombre, et qu'alors il faut un temps considérable pour amener une pièce de l'épaisseur de 1 centimètre à celle de 3 ou 4 millimètres.

» Nous avons pensé à faire usage du marteau pilon : nos essais dans la maison Cail n'ont pas amené de bons résultats, parce que l'outil ne battait pas le métal avec une vitesse assez grande. C'est alors que nous avons songé à profiter de la facilité remarquable avec laquelle ce métal se lamine, pour opérer le dégrossissage de la pièce (1), et nous nous sommes adressés alors à un industriel aussi complaisant qu'habile, M. Cailar, qui a bien voulu non-seulement mettre tout son matériel et ses meilleurs ouvriers à notre disposition, mais encore surveiller lui-même les opérations. La méthode employée est la suivante : on a coulé des plaques horizontales de 23 millimètres d'épaisseur avec un alliage formé de 78 de cuivre et de 22 d'étain du commerce. Nous avons adopté cet alliage, plutôt que l'alliage de 80 cuivre et de 20 étain, afin de nous mettre dans les conditions les plus défavorables, parce que quelques analystes ont trouvé cette composition dans des échantillons d'alliage chinois, et que ce métal est plus cassant encore que l'alliage formé de 80 de cuivre et 20 d'étain.

» On a *laminé* ces disques au rouge sombre, et il a suffi de quelques passes pour les amener à l'épaisseur de 4 millimètres.

» On a découpé à chaud les bords qui avaient été gercés, et l'on a martelé les disques chauffés au rouge sombre, en commençant par le centre, et en frappant ensuite à grands coups sur des points de circonférences concentriques. Le métal a été ainsi étendu d'une façon régulière, et aminci vers le centre. Il a fallu réchauffer environ vingt fois le disque pour atteindre

(1) Les Chinois ne connaissent pas le laminoir.

l'épaisseur désirable, le battage devant s'arrêter dès que le métal n'est plus rouge; sans cette précaution, le tam-tam serait inévitablement brisé. On a trempé, réchauffé et martelé de nouveau; enfin, lorsqu'on jugea que l'épaisseur était convenable, on releva les bords au marteau, et on trempa l'instrument une deuxième fois. Comme le réchauffage consomme beaucoup de temps, il y aurait grande économie à opérer sur quatre ou cinq disques à la fois, qu'on martèlerait ensemble et qu'on reprendrait successivement pour les terminer, lorsqu'ils auraient été étendus.

» La fabrication des cymbales est en tout semblable à celle des tam-tams. »

PHYSIOLOGIE. — *Rôle de la glande lacrymale dans la respiration.* Note de M. L. Bergeon. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Andral, Wurtz, Cloquet.)

« Deux espèces de glandes, très-différentes par leur structure anatomique, plus différentes encore par leur produit de sécrétion, occupent les régions palpébrales et orbitaires.

» Les unes (glandes de Meïbomius et de Harder) constituent un ensemble de petits follicules sébacés, qui déversent sans cesse sur la face antérieure du globe oculaire un produit épais, visqueux, résistant à l'évaporation et comparé avec raison à la graisse ou à la cire.

» A la région orbitaire externe et supérieure, nous trouvons au contraire une glande volumineuse, semblable par sa structure aux glandes salivaires, et dont le produit, exclusivement aqueux, est prompt à s'évaporer.

» Ces deux espèces de glandes, si différentes par leur produit de sécrétion, ont-elles le même usage, le même but à remplir, lubrifier l'œil?

» A cette question l'observation clinique répond par la négative. En effet, la destruction d'une partie même limitée des glandes de Meïbomius entraîne pour l'œil une *sécheresse* morbide très-grave, tandis qu'il reste *humide* et poli après l'ablation totale ou partielle de la glande lacrymale.

» Frappés de ce fait singulier, les chirurgiens se sont souvent demandé quels pouvaient être les usages de la glande lacrymale : « Si on peut l'admettre comme un auxilaire utile de la conjonctive, disait Malgaigne, sa nécessité est plus que douteuse. » (*Anat. chir.*, 1838, t. I, p. 389.)

» Mais, si la nécessité de la glande lacrymale est peu évidente et sa destruction sans inconvénients pour l'organe de la vision, il n'en est plus de même pour les voies respiratoires. En effet, tandis que les glandes de Meï-

bomius et de Harder, en recouvrant l'œil d'un enduit résistant à l'évaporation, maintiennent à cet organe son humidité naturelle, les larmes, en lubrifiant sans cesse la muqueuse des fosses nasales, s'opposent à la dessiccation que produit un courant d'air continuel. Quelques développements vont mettre en évidence ce rôle de la glande lacrymale dans la respiration.

» Dans l'échelle animale nous trouvons toujours, comme règle souvent exclusive, la respiration par les fosses nasales.

» Chez l'homme, le nez est le véritable conduit respiratoire, et lorsqu'à la suite de certaines maladies, telles que l'hémiplégie faciale double, la respiration ne peut plus se faire que par la bouche, il en résulte pour cet organe une sécheresse tellement douloureuse, que les malades sont souvent privés de sommeil, en proie à une soif continuelle; de plus, les mucosités buccales, se décomposant sous l'influence des courants d'air de la respiration, donnent à l'haleine une fétidité insupportable. Le nez résiste mieux que la bouche à cette action desséchante et continuelle des courants respiratoires, parce qu'il est plus riche en vapeur d'eau, ainsi que le prouve l'analyse comparative de l'air expiré par le nez ou par la bouche.

» Cet état hygrométrique des narines, si apparent chez l'enfant et certains animaux, comme le veau, coïncide cependant avec des glandes nasales grêles et peu développées; il faut donc chercher ailleurs la source de l'humidité considérable des fosses nasales.

» Les organes lacrymaux, dont le produit est toujours déversé dans les narines, se rencontrent même chez les Ophidiens, quoique leur globe oculaire, caché derrière le système tégumentaire, soit entièrement à l'abri de l'évaporation. Au contraire, les animaux qui respirent un air saturé d'humidité, comme les Cétacés, sont les seuls dépourvus de glandes lacrymales. Nullement en rapport avec le développement du globe oculaire, les organes lacrymaux acquièrent, chez le Zemni et le Spalax, un volume cent fois plus grand que l'œil (Desmoulins et Magendie, *An. systèmes nerv.*, 1825, t. Ier, p. 355).

» Enfin, non-seulement les larmes servent à lubrifier les voies respiratoires, mais c'est le passage même de l'air dans la narine qui permet de comprendre la progression des larmes dans le conduit flexueux et plusieurs fois rétréci du canal nasal.

» Grâce à la disposition de l'orifice inférieur du canal nasal (orifice toujours rétréci, le plus souvent capillaire), les larmes se trouvent emmagasinées, pour ainsi dire, dans le canal nasal, le sac lacrymal, les conduits lacrymaux et l'espace oculopalpébral, espace clos par le rebord onctueux

des paupières. Les larmes représentent donc ainsi une petite colonne liquide, très-mince sans doute, mais continue, et s'étendant des canaux sécréteurs de la glande à l'orifice inférieur du canal nasal. En passant rapidement devant cet orifice, le courant respiratoire emporte avec lui, à l'état de vapeur d'eau, le liquide qui suinte sur la muqueuse, et détermine, par un mécanisme analogue à celui de certains *pulvérisateurs*, une véritable aspiration des larmes, aspiration qui retentit jusqu'à la glande et excite la sécrétion.

» C'est parce que cette excitation ne peut plus se produire lorsque le sac lacrymal est oblitéré, que la sécrétion des larmes diminue et qu'il ne survient pas d'épiphora après l'opération de l'*oblitération du sac*. Mais les malades privés de l'action lubrifiante des larmes sur la muqueuse des fosses nasales se plaignent de sécheresse et d'irritation dans le nez.

» Remarquons, en terminant, que les larmes, sans cesse attirées dans les fosses nasales par le fait même de la respiration, n'agissent pas seulement en s'opposant à l'action desséchante d'un courant d'air continuel; mais, par la vapeur d'eau qu'elles cèdent à l'air inspiré, elles entretiennent jusque dans le poumon l'humidité indispensable à l'échange des gaz.

» Par cette double action, la glande lacrymale devient un auxiliaire puissant de la respiration et pourrait être considérée comme un organe annexe de cette fonction. »

M. Lionnet demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui dans la séance du 27 décembre 1869, et qui contient une objection à la démonstration du *postulatum* d'Euclide telle qu'elle a été exposée par M. Bertrand.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel.

M. Boillot adresse une Note relative à la même question : l'auteur, qui s'est depuis longtemps occupé de ce sujet et qui en a fait l'objet de longues réflexions, fait voir qu'il est impossible de se passer de la considération de l'infini, quand on veut démontrer le *postulatum* d'Euclide.

M. J. Hoüel adresse, par l'intermédiaire de M. d'Abbadie, une « Note sur l'impossibilité de démontrer par une construction plane le principe de la théorie des parallèles, dit *postulatum* d'Euclide. »

M. Foix appelle l'attention de l'Académie sur une démonstration du *postulatum*, indépendante de la considération de l'infini, qu'il a donnée dans

sa brochure intitulée « Programme d'un nouveau mode d'enseignement de la Géométrie élémentaire ».

Ces quatre Communications sont renvoyées, par décision de l'Académie, à la Commission nommée pour l'examen de cette question.

M. Chamard adresse une nouvelle Note concernant la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. D. Muller demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat trois Mémoires qui ont été adressés par lui, à diverses époques, sur les éléments du magnétisme terrestre.

CORRESPONDANCE.

M. Cornalia, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. l'Inspecteur général de la navigation adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont de la Tournelle et au pont Royal, pendant l'année 1869.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une brochure de *M. A.-W. Williamson*, imprimée en anglais et ayant pour titre « De la théorie atomique »; 2° un volume de *M. H. Berthoud*, intitulé « Les petites chroniques de la science »; 3° une brochure de *M. A. de Lourmel*, portant pour titre « Le tir et la chasse sous Napoléon III. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la découverte, faite au cap de Bonne-Espérance, d'un insecte qui attaque la vigne.* Lettre de M. Drouyn de Lhuys à M. le Président.

« Le Secrétaire de la Société d'Agriculture du Cap de Bonne-Espérance me fait connaître, dans une Lettre qu'il vient de m'adresser, un fait que je crois devoir communiquer à l'Académie.

» Au moment où l'attention de nos viticulteurs est appelée sur la nouvelle maladie de la vigne qui sévit en France sur nos vignobles, la décou-

verte, faite au cap de Bonne-Espérance, d'un insecte qui attaque les vignes, me paraît avoir une certaine importance.

» L'attention du Dr Becker, entomologiste et micrographe allemand, fut d'abord excitée par l'apparence appauvrie de quelques vignes du district de Constance, et un nouvel examen lui fit découvrir, à l'aide du microscope, un petit et nouvel insecte du genre *acarus*, vivant sur les racines et entre l'écorce et le bois de la plante. Le préjudice causé par cet insecte sur le bois de la vigne est dû à ce qu'il perce avec sa trompe les vaisseaux à sève; ce liquide s'échappe par ces trous, et bientôt la vigueur du plant diminue et sa vitalité est détruite. En vous faisant connaître cette découverte, qui pourra aider à élucider quelques points d'une question qui intéresse notre Société, je dois mentionner que, jusqu'à présent, quoique beaucoup de vignes paraissent bien portantes, elles présentent une matière bleuâtre et molle au toucher; si l'on soulève l'écorce avec le doigt ou avec un instrument, on aperçoit, à l'aide du microscope, que cette matière est du sucre bien cristallisé; mais les vignes qui n'ont pas été soigneusement cultivées et les plants chétifs souffrent seuls de la présence de ces insectes et de l'écoulement du suc saccharin. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la Mécanique* (deuxième partie). Note de M. **Piarron de Mondesir**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 5. Questions d'aérodynamique. — Déterminer la vitesse V d'une veine gazeuse qui sort, à l'air libre et par un orifice très-petit de section ω, d'un récipient cylindrique de 1 mètre carré de section, où la pression totale est $p+\varpi$ et la densité (poids du mètre cube) ρ.

» Il y a, dans ce mouvement, perte de travail d'un côté et gain de l'autre. En égalant la perte au gain pendant l'instant dt, l'équation des magasins de travail donne

$$(1)\qquad V=\sqrt{\frac{2gp}{\rho(1-\omega^2)}};\qquad \text{soit}\qquad (2)\qquad V=\sqrt{\frac{2gp}{\rho}},$$

en négligeant ω^2, très-petit par hypothèse.

» Faisons $\rho=(\mu+1)\delta$, δ étant la densité du gaz sous la pression atmosphérique ϖ.

» 1° Le gaz ayant conservé sa chaleur de compression, on aura

$$(3)\qquad V=\sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}\times\sqrt{\frac{\mu^2+2\mu}{\mu+1}};$$

» 2° Le gaz ayant perdu sa chaleur de compression, on aura

$$(4)\qquad V=\sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}\times\sqrt{\frac{\mu}{\mu+1}};$$

» 3° Le gaz sortant dans le vide, on aura

$$V = \sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}. \tag{5}$$

» D'après cette théorie, le gaz franchit l'orifice avec toute sa pression et se détend ensuite latéralement en refoulant la pression atmosphérique. La loi de la détente à l'air libre est donc la même que celle de la détente en vase clos.

» *Force motrice d'un courant fluide.* — Si la vitesse de ce courant est constante, la force dont il s'agit aura pour expression, d'après l'équation (1) du n° 2,

$$F = v\frac{dm}{dt} = m'v, \tag{6}$$

en désignant par m' la masse qui s'écoule par seconde.

» *Double pression des fluides élastiques.* — En remplaçant, dans la formule précédente, s'il s'agit d'un gaz, m' par $\frac{pv}{g}$, on obtient

$$F = m'v = \frac{pv^2}{g} = 2p. \tag{7}$$

Cette loi est déjà établie pour les liquides. Je l'ai vérifiée par des expériences pour l'air comprimé (*voir* ma deuxième Communication aux Ingénieurs civils, octobre 1868).

» *Entraînement de l'air par l'air.* — Un jet d'air comprimé, dont la force est mV, étant lancé dans l'axe d'un tube ouvert à ses deux bouts, il y aura entraînement de l'air par l'air. Soit M la masse qui sort du tube par seconde avec la vitesse U, la loi de la double pression donne

$$mV = \frac{MU}{2}. \tag{8}$$

» *Ventilation par l'air comprimé.* — Il suffit de quelques transformations pour obtenir la valeur de la vitesse d'entraînement U, savoir :

$$U = \sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}} \times \frac{d}{D} \times \sqrt{2\gamma\mu}, \tag{9}$$

d diamètre de l'ajutage, D diamètre du tube, γ coefficient de contraction de la veine aérienne, μ nombre d'atmosphères effectives de la pression de l'air moteur.

» 6. Sur la compressibilité des gaz permanents. — Un gaz permanent étant renfermé dans un cylindre vertical de longueur λ et de 1 mètre carré de section, si ϖ est la pression atmosphérique qui s'exerce à la base

du cylindre et q le poids du gaz, il est clair que le gaz pourra porter le piston massif $\varpi - q$, au-dessus duquel le vide existera. Ce piston $\varpi - q$ sera son *piston atmosphérique*. Si l'on comprime ce gaz par un poids p ajouté à ce piston, la loi théorique de Mariotte donnera

$$(\varpi - q)\lambda = (p + \varpi - q)(\lambda - x_1); \quad \text{soit} \quad (1) \quad \lambda - x_1 = \frac{\lambda}{1 + \frac{p}{\varpi - q}}.$$

» Les gaz permanents sont donc *inégalement compressibles*. Ils se compriment d'autant moins qu'ils sont plus légers.

» *Expériences de M. Regnault sur la compressibilité des gaz air, azote, acide carbonique et hydrogène.* — Les gaz étant comprimés par des colonnes mercurielles, le piston atmosphérique $\varpi - q$ se trouve remplacé par les pressions atmosphériques ϖ_0 et ϖ_1, qui s'exercent sur le sommet de ces colonnes.

» Soient $\varpi_0 - (\varpi - q) = Y_0$ et $\varpi_1 - (\varpi - q) = Y_1$.

» Pour les trois premiers gaz, on avait *toujours*, dans les expériences dont il s'agit, $Y_0 > Y_1$ et pour l'hydrogène on avait *toujours* $Y_0 < Y_1$.

» Ce qui explique pourquoi les écarts observés marchent dans le même sens pour les trois premiers gaz, et dans le sens contraire pour l'hydrogène.

» Du reste ces écarts peuvent se calculer, et j'en ai établi mécaniquement la formule. En comparant ainsi les écarts donnés par les expériences à ceux que la théorie indique, on trouve des différences très-petites et tout à fait négligeables pour les trois gaz permanents air, azote et hydrogène.

» Les belles expériences de M. Regnault sont donc une vérification éclatante de la loi théorique de Mariotte.

» 7. MOUVEMENTS VIBRATOIRES DES CORPS ÉLASTIQUES. — La nouvelle méthode permet de déterminer très-simplement le nombre de vibrations N par seconde d'un corps élastique vibrant, quand son centre de gravité se déplace également de part et d'autre de la position d'équilibre.

» Le corps étant disposé pour que le magasin statique reste constant pendant le mouvement vibratoire, s'il s'agit d'un corps solide, le travail ne prendra que les deux formes dynamique et élastique.

» Au moment où la vitesse est nulle, le corps est à son maximum de déformation, et possède le magasin élastique maximum. . . . . . E_1

» Dans une position quelconque, le corps possède :

» 1° Le magasin élastique. . . . . E;

» 2° Le magasin dynamique. D.

» L'équation des magasins de travail est donc

(1) $$D = E_1 - E.$$

» Soit maintenant e le déplacement du centre de gravité du corps vibrant ou de la portion de corps vibrant dont la masse est m, j'aurai d'abord

(2) $$D = \frac{m}{2}\left(\frac{de}{dt}\right)^2.$$

E est évidemment fonction de e. Je puis donc poser

(3) $$E = f(e) = f(0) + f'(0)e + f''(0)\frac{e^2}{2} + f'''(0)\frac{e^3}{2.3} + f^{\text{IV}}(0)\frac{e^4}{2.3.4} + \ldots$$

» Dans les conditions où le problème est posé, on a nécessairement

$$f(0) = 0, \quad f'(0) = 0, \quad f'''(0) = 0, \ldots$$

» On a donc simplement, en négligeant les puissances paires de e supérieures à la seconde,

(4) $$E = f''(0)\frac{e^2}{2} = Ae^2.$$

» L'équation (1) devient alors

(5) $$\frac{m}{2}\left(\frac{de}{dt}\right)^2 = A(e_1^2 - e^2).$$

» J'en tire, pour le temps employé par le corps vibrant, à passer d'une position extrême à la position d'équilibre,

(6) $$t = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{2A}}.$$

» Le nombre N de vibrations complètes par seconde étant égal à $\frac{1}{4t}$, j'obtiens finalement

(7) $$N = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2A}{m}}.$$

» Le coefficient se déterminera, dans chaque cas particulier, par la relation

(8) $$A = \frac{E_1}{e_1^2}.$$

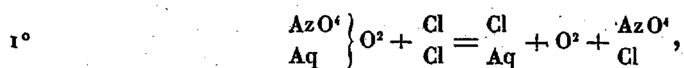
» Cette formule générale (7) va me permettre de déterminer le nombre de vibrations transversales et longitudinales des cordes flexibles et des verges élastiques, ainsi que la vitesse du son dans les verges élastiques. En l'appliquant aux vibrations des colonnes gazeuses, elle me conduira, avec

le concours de la nouvelle théorie de la compression et de la détente des gaz, à la *véritable* valeur de la vitesse théorique du son dans un gaz permanent. »

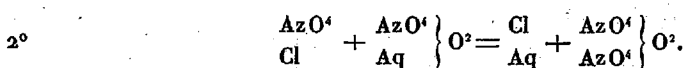
CHIMIE. — *Action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché.* Note de **MM. ODET et VIGNON**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Note sur une nouvelle méthode de préparation de l'acide azotique anhydre, que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 29 novembre 1869, nous disions : « On pourrait peut- » être expliquer la préparation donnée par M. Henri Sainte-Claire Deville, » pour obtenir l'acide azotique anhydre, en admettant deux phases dans » la réaction. Dans la première, il y aurait production de chlorure d'azo- » tyle avec dégagement d'oxygène, puis réaction du chlorure d'azotyle sur » l'excès d'azotate d'argent. »

» Les équations de ces réactions seraient :



1° $$\left.\begin{matrix}AzO^4\\Aq\end{matrix}\right\}O^2 + \begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} = \begin{matrix}Cl\\Aq\end{matrix} + O^2 + \begin{matrix}AzO^4\\Cl\end{matrix},$$



2° $$\begin{matrix}AzO^4\\Cl\end{matrix} + \left.\begin{matrix}AzO^4\\Aq\end{matrix}\right\}O^2 = \begin{matrix}Cl\\Aq\end{matrix} + \left.\begin{matrix}AzO^4\\AzO^4\end{matrix}\right\}O^2.$$

» Nous soumettons aujourd'hui à l'Académie le résultat des expériences que nous avons entreprises, pour vérifier cette manière d'expliquer la méthode de préparation donnée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» Nous avons pu constater qu'il se formait du chlorure d'azotyle, par l'action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché. L'appareil que nous avons employé est celui que décrit M. H. Sainte-Claire Deville dans son Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVIII, p. 241).

» Le tube à azotate d'argent contenait 80 grammes de ce sel; on le maintenait à une température comprise entre 95 et 100 degrés. Le courant de chlore sec était réglé de telle manière, qu'il ne passait qu'un litre de gaz en deux heures.

» Au bout de cinq heures, nous avons obtenu environ 2 centimètres cubes d'un liquide sans cristaux, condensé dans le petit réservoir. Nous avons détaché le tube à azotate d'argent du tube condenseur, en laissant ce dernier plongé dans le mélange réfrigérant; puis, pour chasser l'excès de chlore, nous avons fait passer un courant d'acide carbonique sec, jusqu'à ce que les vapeurs entraînées ne décolorassent plus la teinture de tournesol.

» Le liquide restant présentait les caractères suivants : il était légèrement coloré en jaunebrunâtre. Le contact de la main suffisait pour le faire bouillir. Traité par l'eau, il s'y dissolvait sans production de vapeurs rutilantes. La solution acide donnait, par l'azotate d'argent, un très-abondant précipité blanc, caillebotté, de chlorure d'argent; elle contenait une forte proportion d'acide azotique.

» Ces réactions, que présente aussi le chlorure d'azotyle, nous autorisent à dire que ce corps prend naissance dans l'action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché; elles viennent donc justifier ce que nous avions avancé sur le mode de formation de l'acide azotique anhydre, dans la méthode de préparation de M. H. Sainte-Claire Deville.

» Pour faciliter aux chimistes les moyens de reproduire la préparation de l'acide azotique anhydre, nous croyons utile d'indiquer ici une légère modification apportée au système d'ajustage que M. H. Sainte-Claire Deville décrit dans son Mémoire (p. 248). Ce système permet d'employer un appareil formé de plusieurs pièces, en évitant les soudures, qui sont toujours fort difficiles, pour les appareils d'une grande longueur. Voici en quoi il consiste.

» Pour raccorder deux tubes, on fait au tube abducteur un renflement dont le diamètre extérieur soit à peu près égal au diamètre intérieur du second tube; au-dessus de ce renflement, on tasse, entre les deux tubes, 2 ou 3 centimètres d'amiante, puis on coule 3 centimètres de paraffine fondue. C'est ainsi que, dans notre appareil, le tube abducteur du chlore était relié au tube à azotate d'argent, et que ce dernier était ajusté au tube condenseur. La paraffine a parfaitement résisté, durant tout le cours de l'expérience, et à l'action du chlore sec sous pression, et à l'action des vapeurs de chlorure d'azotyle. Nous avions aussi employé ce mode d'ajustage dans notre préparation de l'acide azotique anhydre; la paraffine n'avait pas été attaquée.

» Ce travail a été fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Lyon, sous la direction de notre professeur M. Loir. »

CHIMIE. — *Synthèse de l'acide sulfhydrique; par* **M. A. Boillot.**

« J'ai déjà eu occasion de signaler la combinaison directe de la vapeur de soufre avec l'hydrogène, à la température rouge.

» Aujourd'hui, je viens communiquer à l'Académie le résultat que

j'ai obtenu, en cherchant à effectuer la combinaison du soufre avec le gaz hydrogène, au moyen de l'électricité. Dans un dé à coudre, rempli de fleur de soufre, j'ai fait arriver deux fils de platine, dont les extrémités étaient distantes de 3 ou 4 millimètres. Ces fils métalliques étaient isolés en passant chacun dans un tube de verre recourbé et fermé à ses deux extrémités avec de la cire à cacheter. Les deux tubes étaient fixés verticalement l'un contre l'autre et s'élevaient de $1\frac{1}{2}$ décimètre environ, sur un vase d'eau dans lequel ils plongeaient de quelques centimètres. Les autres extrémités de ces tubes, recourbés en dehors, permettaient de mettre les fils de platine en communication directe avec les électrodes d'une bobine de Ruhmkorff, produisant l'étincelle d'induction au moyen de 4 éléments ordinaires de la pile de Bunsen.

» Avant de produire l'étincelle, j'ai rempli avec de l'hydrogène, recueilli sur l'eau, une éprouvette d'un peu plus d'un demi-litre de capacité.

» J'ai ensuite recouvert l'ensemble des tubes verticaux portant le dé à leur sommet, avec cette éprouvette, ayant eu soin, pendant cette opération, de laisser dégager de l'hydrogène dans l'éprouvette (renversée bien entendu), jusqu'à ce que les tubes fussent plongés dans son atmosphère.

» L'éprouvette reposait ainsi sur l'eau, et j'eus la précaution, pendant quelque temps encore, de laisser dégager le gaz hydrogène dans son intérieur, afin de me mettre aussi complétement que possible à l'abri de l'action de l'air.

» Les choses ainsi disposées, je fis jaillir l'étincelle pendant plus d'une demi-heure. Le soufre, en se volatilisant, communiquait à la lumière électrique une belle teinte bleue. L'eau monta de quelques centimètres dans l'éprouvette, et je pus constater la formation d'une très-notable quantité d'hydrogène sulfuré. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse des eaux contenues dans les terres arables;* *par* **M. Th. Schlœsing.**

« Depuis que certains principes minéraux ont été reconnus nécessaires à la végétation, on s'est beaucoup occupé des conditions de leur assimilation. On a d'abord admis qu'ils ne pouvaient être absorbés qu'après avoir été dissous dans l'eau du sol. Les mémorables expériences de MM. Huxtable et Thompson, et de M. Way sur la propriété absorbante des terres, ont modifié cette opinion, et plusieurs savants éminents, M. Liebig entre autres, ont attribué aux racines le pouvoir d'assimiler directement les

alcalis et les phosphates précipités sur les particules de la terre arable. Un assez grand nombre d'expériences ont été instituées sur ce sujet, surtout en Allemagne : mais dans les documents venus à ma connaissance, je n'ai pas encore rencontré d'analyses des solutions contenues dans les sols cultivés, analyses qui semblent cependant essentielles dans la question débattue. Les eaux de drainage, dont la pauvreté a servi d'argument, recueillies après avoir filtré sur un mètre de terre, ne peuvent représenter fidèlement la dissolution qui imbibe la couche arable. Les lysimètres de MM. Fraas et Zoeller, qui donnent l'eau de drainage de cette seule couche, fournissent des éléments de discussion plus utiles; toutefois les sols ne s'égouttent que sous certaines conditions indépendantes de l'observateur, et les lysimètres ne sauraient recueillir la solution existant à un moment donné, à une profondeur donnée, sous des conditions données de température, de composition d'atmosphère confinée, d'humectation.

» La méthode que j'ai fait connaître (*Comptes rendus*, 1866) pour déplacer et obtenir les eaux contenues dans les sols est certainement plus propre à l'étude des corps dissous : elle permet d'opérer au laboratoire et dans les circonstances les plus variées. Depuis sa publication, je l'ai sensiblement améliorée : j'opère actuellement sur 30 à 35 kilogrammes de terre émiettée dans une grande cloche à douille, au moment même où elle est prélevée sur le champ. La pluie artificielle chargée de déplacer la solution est distribuée par un mécanisme dont le moteur est un petit tourniquet hydraulique. Je ne puis décrire ici l'appareil; je dirai seulement qu'il distribue la pluie aussi lentement qu'on le veut, par exemple un demi-litre en vingt-quatre heures, et avec une telle uniformité que la ligne de démarcation entre la nuance de la terre saturée d'eau et celle de la terre simplement humide se maintient constamment horizontale, pendant sa descente, qui peut durer trois, quatre et même huit jours. Je dirai encore que les dispositions adoptées dans mes expériences permettent d'analyser l'air confiné dans la terre, d'y faire circuler de l'air pur ou chargé d'un taux voulu et constant d'acide carbonique; que les liquides sont recueillis à l'abri de l'air, sous l'atmosphère même de la terre, précaution qui évite la déperdition de l'acide carbonique et le dépôt des matières que ce gaz retient en dissolution.

» Je ne puis non plus m'étendre sur mes procédés d'analyse : je sais cependant combien il est nécessaire d'indiquer les méthodes à côté des résultats; je renvoie sur ce sujet au Mémoire détaillé que je prépare. Qu'il me soit seulement permis d'appeler l'attention sur le dosage de l'acide carbo-

nique dans les eaux : on détermine cet acide en deux fois ; une première ébullition donne celui qui est libre ou engagé dans les bicarbonates ; une seconde ébullition, après addition d'un acide, donne celui des carbonates neutres. Or j'ai constaté que, dans une liqueur bouillante, la silice dissoute décompose partiellement les carbonates de chaux et de magnésie ; de là une certitude jusqu'ici inévitable : la première opération donne un excès de gaz si elle est trop prolongée, ou une perte si elle ne l'est pas assez. On ne sera donc pas étonné si, dans mes analyses, il n'y a pas égalité absolue entre la somme des équivalents des bases et celle des équivalents des acides (non compris la silice et l'acide carbonique dégagé par la première ébullition).

» Je crois utile de fournir quelques renseignements sur les terres qui m'ont servi :

A { *a* Champ de Boulogne (Seine) cultivé, sans engrais, en tabac, depuis dix ans.
  b Même champ, même culture, engraissé avec nitrate de potasse, cendres, terreau.

B { *a* Champ à Issy (Seine), récolte de 1869 : 39 hectolitres de blé.
  b Même champ.
  c Même champ traversé, du 24 avril au 12 mai, par de l'air pur.
  d Même champ traversé, du 24 avril au 6 mai, par de l'air contenant 24 pour 100 CO^2.

C Champ à Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise).

D { *a* Autre champ à Neauphle, récolte 1869 : 28 hectolitres de blé.
  b Même champ.

E { *a* Autre champ à Neauphle, récolte 1869 : 73 hectolitres d'avoine.
  b Même champ traversé, du 28 mars au 9 avril, par de l'air contenant 13 pour 100 CO^2.
  a' C'est *a* qui, après un premier déplacement, a été traversé, du 9 au 14 avril, par de l'air contenant 25 pour 100 CO^2.
  c Même champ.

F { *a* Autre champ à Neauphle, récolte : 34 hectolitres de blé.
  b Même champ.

G { *a* Autre champ à Neauphle, récolte : 35 hectolitres de blé.
  a' C'est *a* qui, après un premier déplacement, a été traversé, du 15 au 21 avril, par un courant d'air contenant 23 pour 100 CO^2.
  b Même champ.

Analyses mécaniques.

		A	B	C	D	E	F	G
Gravier		6,1	4,0	17,0	9,6	3,4	3,8	3,7
Résidu de la décantation	Sable siliceux	24,8	22,6	39,4	44,1	22,4	21,8	22,9
	Sable calcaire	20,2	21,4	0	0	0	0	0
Terre décantée.	Sable fin	20,6	11,5	27,2	25,6	53,9	54,4	55,5
	Calcaire	18,4	19,7	indét.	2,4	0,37	0,63	0,28
	Argile	9,3	18,4	12,7	15,8	18,4	17,0	15,7
Débris organiques		»	2,3	2,6	2,9	1,5	1,7	1,9
Terre sèche		99,4	100,1	98,9	100,4	99,97	99,33	99,98

Analyses des solutions.

TERRES.	DATE de L'ÉCHANTILLONNAGE.	HUMIDITÉ de la TERRE.	TAUX pour 100 d'acide carbonique dans ces TERRES.	UN LITRE DE SOLUTION RENFERME, EXPRIMÉS EN MILLIGRAMMES,												
				ACIDE CARBONIQUE.		AMMONIAQUE.	MATIÈRE organique.	ACIDE nitrique.	CHLORE.	ACIDE sulfurique.	ACIDE phosphorique et fer.	SILICE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	POTASSE.	SOUDE.
				1re ébullition.	2e ébullition.											
	1869															
A a	25 juin...	19,1	0,49	45,5	72,5	″	37,5	305	7,4	57,9	0,8	29,1	264,2	13,5	6,9	7,8
A b	id.....	18,8	0,54	91,3	107,9	″	89,9	332,4	6,7	74,5	2,8	32	227,2	20,2	156,8	14,3
B a	7 février.	21,4	1,40	″	″	2,4	″	154,4	6,7	24,3	″	18,9	309,1	″	″	″
B b	24 avril...	15,85	2,55	251	230	″	64,1	56,8	5,6	49,9	0	26	300,8	20,8	2,8	27
B c	id.....	15,85	0,15	58,8	57,6	″	57,8	152,4	13,9	56,2	0	21	177,6	12,1	0,8	27,7
B d	id.....	15,85	24,0	925	512,5	″	87,3	230,6	12,1	49,8	0	33,6	694,1	46,7	2,6	38,5
C......	24 février.	21,8	1,37	194,3	178,7	0,3	″	15	5,1	13,9	″	52,9	217,6	18,7	11,8	26,5
D a	id.....	18,7	0,72	134,6	103,2	0	″	135	12,2	11,55	″	48,4	204,8	15,1	0	24,2
D b	7 juillet..	16,25	″	″	″	″	47,3	573	39,2	36,3	0,5	23,3	414,1	35,2	2,9	18,7
E a	26 mars...	18,25	0,9	110,6	67,4	0	36,8	362	35,2	39	0,5	22,6	300,9	19,6	4,8	29,8
E b	id.....	18,25	13,0	500,4	260	0,7	54,7	428	30,3	28,9	0,7	40,5	538	32,3	5,4	37,8
E a'	id.....	saturée	25,0	720,8	308,7	″	51,8	456	32,2	52	1,4	47	608,7	33,9	4,9	42,5
E c	7 juillet..	15,25	″	″	″	″	24	593,4	46,1	46,3	0,5	32	399,2	25,3	3	37,2
F a	26 mars...	19,75	1,5	178,1	157,1	0,8	47,3	99,8	12,6	27,8	1,5	31	241,9	17,9	5,1	21,8
F b	7 juillet..	15,35	1,09	104,8	92,2	″	30,9	463,2	26	48,7	0,7	29,3	353,9	21,9	2,7	26,3
G a	26 mars...	19,6	2,1	106,6	88,7	0,46	32,6	83	17,3	22,2	0,8	31,6	131,8	16,6	5,1	21,4
G a'	id.....	saturée	23,0	691	335	″	79,3	″	15,7	30,6	″	48,5	336,1	46,4	5,4	37,3
G c	7 juillet..	15,6	1,38	49,4	34,3	″	30,9	555,4	31,7	39,7	0,2	23,3	311,4	33,6	3,4	36

Les quantités de calcaire de D, E, F, G sont calculées d'après le dosage direct de CO^2;

	D	E	F	G	
Les quantités de chaux correspondantes seraient.	1,37	0,21	0,35	0,16	p. 100.
Or le dosage direct de la chaux donne.......	1,52	0,36	0,54	0,33	

Une partie de celle-ci est donc engagée en combinaison avec des corps autres que l'acide carbonique.

» Si l'Académie veut bien m'y autoriser, je discuterai les chiffres présentés dans le tableau des analyses des solutions, page 101, dans une prochaine Communication. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Réponse à la dernière Note de* M. Gaudin, *sur la fabrication de pierres précieuses artificielles*. Note de **M. Feil**. (Extrait.)

« Je ne suivrai pas M. Gaudin sur le terrain où il se place, et j'attendrai avec confiance la décision de la Commission qui doit comparer les résultats que nous avons obtenus l'un et l'autre.

» Quant à la question de priorité, en présentant mes premiers essais à l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie, j'ai dit déjà que leur seule prétention était d'être la continuation et l'application des procédés Ebelmen. J'ajoutais, dans une Lettre écrite le 22 décembre à M. Dumas : « Ce sera » pour moi l'occasion de constater, une fois de plus, que c'est toujours la » science qui prépare les progrès de l'industrie. »

» Que M. Gaudin ait eu, il y a plusieurs années, l'idée de fondre des corps durs, de faire des aluminates, je ne le conteste pas. Mais Berthier avait publié ses intéressants essais dès 1832, et il n'a jamais été interdit à un industriel de chercher dans les travaux des maîtres de la science les enseignements dont il a besoin.

» Je ne me suis pas présenté comme ayant inventé, mais bien comme ayant mis à profit les travaux de deux savants, Berthier et Ebelmen. »

ZOOLOGIE. — *Études sur la morphologie des Mollusques (Acéphales lamellibranches)*. Note de **M. Lacaze-Duthiers**, présentée par M. de Quatrefages.

« Entre toutes les formes variées des Mollusques, celle de l'Acéphale lamellibranche se présente comme le type à la fois le plus simple, le plus symétrique, et, par cela même, le plus facile à interpréter. Aussi devra-t-elle être prise pour terme de comparaison quand, arrivant à la partie synthétique de ces recherches, j'essayerai de caractériser les principaux groupes de ce grand embranchement.

» Mon dessein, aujourd'hui, est d'appeler l'attention sur quelques rapports importants qui, pour être bien connus, n'ont cependant pas été utilisés comme ils pouvaient l'être. Parmi les Acéphales lamellibranches, je choisirai l'Anodonte de nos étangs, parce qu'il est le type le plus normalement développé. En effet, son pied, son manteau, sa moitié supérieure opposée à sa moitié inférieure, ses moitiés symétriques latérales, par une juste pondération de leur développement, semblent n'avoir point empiété les uns sur les autres.

» Les malacologistes sont loin d'être d'accord sur la position qu'il convient de donner au bivalve; sans discuter les opinions diverses, je rappellerai qu'invariablement, pour tous les animaux dont je fais l'étude, je pose la bouche en haut; ici, j'ajoute que je place le pied en avant et la charnière en arrière.

» Ainsi posé, l'Anodonte peut être partagé, par un plan vertical antéropostérieur, en deux moitiés latérales symétriques égales, et, par un plan horizontal, en deux autres moitiés, l'une supérieure, l'autre inférieure, à peu près équivalentes par leur développement. C'est là ce qui caractérise le type régulier de l'Acéphale lamellibranche que représente l'Anodonte, et dont on doit partir pour expliquer toutes les variations, en supposant telle moitié ou telle partie de ces moitiés considérablement développée, par rapport aux autres, restées stationnaires.

» Il ne sera question, en ce moment, que des rapports du tube digestif avec les muscles adducteurs des valves, rapports qui ne varient jamais et qui permettent d'arriver aux interprétations morphologiques les plus précises.

» Les deux valves de la coquille, doublées par le manteau qui les a produites, sont rapprochées, on le sait, par deux muscles adducteurs qu'on peut représenter par deux cylindres, l'un supérieur, l'autre inférieur, insérés perpendiculairement à la face interne de la coquille, tout près de ses deux extrémités.

» Pour dégager la description de tous les détails et la rendre plus claire, représentons par un croissant le tube digestif, en supprimant par la pensée les circonvolutions, ne voyant que le trajet courbe du tube qui de la bouche conduit à l'anus, et supposant le canal digestif dans le plan médian antéropostérieur.

» Ainsi réduit schématiquement, l'organe de la digestion offre des rapports constants avec les muscles adducteurs. L'une de ses extrémités, la bouche, se place au-dessous du muscle supérieur qu'on peut appeler *buc-*

cal; l'autre, l'anus, est en arrière et en bas du muscle inférieur, qui mérite pour cela le nom d'*anal.* La convexité de la courbe répond à la charnière, tandis que sa concavité est ouverte en avant. En d'autres termes, le cylindre musculaire adducteur buccal repose sur l'extrémité supérieure de l'arc de cercle du côté de la convexité, tandis que le muscle anal est dans la concavité et repose sur l'extrémité inférieure.

» Qu'on le remarque, il n'y a qu'un muscle adducteur dans la courbe, et, comme les rapports indiqués sont constants, il ne peut y en avoir qu'un, ce qui revient à dire encore qu'il n'y a entre les deux muscles qu'un seul des orifices des organes de la digestion, et qu'il ne peut y en avoir qu'un.

» L'organisation du Lamellibranche tordue, allongée, avortée en partie, défigurée même, varie quelquefois considérablement; mais les rapports indiqués ici restent immuables. On peut voir un groupe de ganglions nerveux se déplacer et perdre des rapports importants de voisinage, tandis que le tube digestif relativement aux muscles ne change pas.

» Dans la concavité de la courbe décrite par l'appareil de la digestion, entre les deux muscles adducteurs, on voit aussi une masse médiane, comparable à la bosse antérieure de Polichinelle : c'est le corps proprement dit, dans lequel sont contenus les glandes génitales, le foie, les circonvolutions intestinales, une partie des corps de Bojanus, et dont la partie médiane antérieure, éminemment musculaire, forme le pied.

» Il faut remarquer encore ici deux rapports constants, qui ne font jamais défaut. En effet, la bouche sépare toujours cette masse viscérale du muscle adducteur, supérieur ou buccal, et la masse viscérale elle-même est toujours interposée entre la bouche et le muscle anal ou inférieur.

» Deux exemples suffisent pour montrer la valeur de ces rapports.

» Lorsque le Lamellibranche devient ce que Lamarck appelait un *monomyaire* (Huître, Pecten, etc.), un seul muscle adducteur existe. Alors comment reconnaître lequel des deux il représente? En suivant le tube digestif dans ces animaux on voit d'abord que la bouche, toujours reconnaissable à ses palpes, est séparée du muscle par la masse viscérale, enfin que le trajet du tube digestif pris dans son ensemble représente une courbe ayant le muscle unique dans sa concavité. D'après ce qui a été dit plus haut, ce ne peut être que le muscle anal ou inférieur. Il faut donc admettre l'avortement du muscle adducteur supérieur ou buccal.

» Comment pouvoir supposer, en présence de ces faits précis, que le muscle unique de l'Huître ou du Pecten, parce qu'il offre deux zones de

tissus différents, est le résultat du rapprochement et de l'union des deux muscles adducteurs? Quand il n'y a qu'un muscle, il ne peut être qu'au-dessus ou au-dessous de la bouche, et, dans chacun des cas, sa position suffit à elle seule pour indiquer et fixer sa nature.

» L'espace manque ici pour pouvoir expliquer toutes les variations de forme que l'on rencontre dans le groupe des Lamellibranches : aussi ne prendraï-je qu'un autre exemple.

» Le Taret a deux valves rudimentaires fort petites, unies par un muscle relativement puissant; mais, vers le milieu du long tube que représente son corps, on trouve deux pièces calcaires, sur la nature morphologique desquelles les malacologistes sont loin de s'entendre. Le muscle qui unit ces dernières a été considéré par M. Valenciennes comme le muscle adducteur inférieur, opinion acceptée par quelques naturalistes. Mais que l'on suive les tours et détours décrits par l'intestin, et l'on verra sa dernière partie, le rectum, remonter au-dessus et passer en arrière du muscle unissant les deux petites valves supérieures; en définitive, ce muscle se trouve dans la concavité de la courbe intestinale, et, dès lors, forcément, sans le moindre doute possible, il représente le muscle inférieur anal, resté très-haut dans cet organisme singulier, dont la moitié inférieure s'est prodigieusement allongée comparativement à la partie supérieure.

» Entre l'Anodonte et le Taret, il n'y a au fond qu'une différence en plus ou en moins dans l'accroissement des parties; dans le premier, la moitié supérieure est égale à la moitié inférieure; dans le second, toute la partie du corps supérieure au muscle anal, y compris les coquilles, reste à l'état presque rudimentaire, tandis que la partie qui est au-dessous s'allonge excessivement. Les organes ne peuvent trouver place entre les deux petites valves, et les branchies, comme la partie du corps comparée à la bosse de Polichinelle, passant pour ainsi dire à la filière, viennent se loger dans le tube formé par la partie inférieure démesurément développée.

» Voilà deux cas extrêmes qu'il est possible, on le voit, de ramener au même type. Dans un prochain travail sur l'organisation de l'Arrosoir, l'un des Acéphales les plus déformés, les plus méconnaissables, il sera facile de montrer qu'on peut retrouver l'archétype ou le plan du groupe, en se laissant guider par les rapports indiqués ici, car leur fixité ne se dément jamais. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'intelligence des animaux est-elle en rapport avec le développement des centres nerveux?* Note de M. P. Colin. (Extrait par l'Auteur.)

« On a cherché depuis longtemps à mesurer l'intelligence de l'homme et des animaux par le volume de l'encéphale; mais les documents recueillis dans ce but par Haller, Cuvier, Carus, Leuret, sont encore loin de donner des éléments suffisants à la solution du problème. En effet, d'une part, on s'est souvent contenté, surtout pour l'homme et les grandes espèces, de mettre en regard le poids des centres nerveux avec le poids du corps évalué par simple approximation; d'autre part, on n'a pas fait assez de pesées, dans chaque espèce, pour obtenir une relation moyenne vraie, entre des organes dont la masse change peu et le corps qui éprouve des variations énormes.

» C'est pour arriver à des déterminations plus exactes, que j'ai pesé tous les animaux sur lesquels ont porté mes recherches, et que j'ai pris, pour chaque espèce, un grand nombre d'individus d'âges, de races, de sexes différents et à divers degrés de maigreur ou d'embonpoint. J'ai pesé successivement l'animal entier, le cerveau, le cervelet, le mésocéphale et le bulbe, la moelle épinière; puis j'ai établi les rapports de ces parties entre elles et avec le poids du corps. Mes résultats, qui ne portent, cette fois, que sur les animaux domestiques, sont résumés dans onze tableaux.

» En les dépouillant, on peut voir :

» 1° Que le rapport entre le poids des centres nerveux, pris en bloc, et celui du corps varie, dans de très-grandes limites, non-seulement d'espèce à espèce, mais encore dans une même espèce, surtout suivant l'âge des sujets, le degré de développement du système musculaire, l'état du système adipeux.

» 2° Que la masse cérébrale ou encéphalique est, proportionnellement à la taille, beaucoup plus considérable dans les petits animaux que dans les grands. Aussi l'homme se trouve-t-il, quant au volume du cerveau, inférieur à plusieurs singes, à divers carnassiers tels que la belette, aux petits rongeurs et même à un grand nomdre d'oiseaux comme la mésange, le chardonneret, etc.

» 3° Que dans la même espèce animale, le volume des centres nerveux est, relativement à la masse du corps, en raison inverse de l'âge; qu'ainsi les jeunes sujets peuvent avoir 2, 3, 4, 6 et jusqu'à 8 fois autant de cerveau que les adultes.

» 4° Que les animaux domestiques se trouvent classés, d'après le poids de leur encéphale, dans l'ordre suivant, qui n'est pas exactement celui de leur intelligence : chat, chien, lapin, mouton, âne, porc, cheval et bœuf: le premier a environ six fois autant de cerveau que les deux derniers.

» 5° Que, dans les espèces dont les races sont de statures très-différentes, les plus petites ont proportionnellement le plus grand cerveau, quel que soit leur degré relatif d'intelligence.

» 6° La masse de la moelle épinière n'est constamment en rapport ni avec le poids de l'encéphale, ni avec celui du corps, ni avec la puissance musculaire des animaux : elle peut être très-petite chez les animaux à grand cerveau ou énorme dans le cas contraire; elle est souvent deux ou trois fois aussi considérable sur les petites espèces que sur les grandes.

» En somme, il n'y a pas, chez les animaux, de relation exacte entre le volume de l'encéphale et le degré d'intelligence constaté par l'observation. Conséquemment les animaux seraient mal classés au point de vue psychologique, s'ils l'étaient d'après les poids de leurs centres nerveux. »

M. P. Verdeil adresse une Note ayant pour objet d'indiquer deux expériences à réaliser au moyen du pendule, expériences qui lui paraissent devoir faire connaître, si les observations sont faites avec une grande précision, la loi suivant laquelle varie la résistance de l'air avec la vitesse.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bertrand.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne, Membre de l'Institut; liv. 103. Paris, 1870; in-4°, texte et planches.

Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation, formant, pour l'année 1867, *la suite des tableaux insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises.* Paris, 1869; in-8°.

Flore vogéso-rhénane, t. Ier, *comprenant les plantes dicotyles pétalées; par* M. F. KIRSCHLEGER. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. Brongniart.)

Des maladies simulées et des moyens de les reconnaître. Leçons professées au Val-de-Grâce par M. E. BOISSEAU, médecin-major. Paris, 1870; 1 vol. in-8° avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Des accidents de la foudre: autopsie; par M. SONRIER. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur l'aphasie ou dysphasie traumatique; par M. A. MARTIN. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur quelques phénomènes nerveux sympathiques qui se produisent pendant l'inflammation aiguë de la membrane du tympan, etc.; par M. BONNAFONT. Paris, 1869; br. in-8°. (Extrait du journal *l'Union médicale*.) [Présenté par M. le Baron Cloquet.]

Les petites chroniques de la Science; par M. S.-H.-Henry BERTHOUD, 9e année. Paris, 1870; in-12.

La campagne d'Italie en 1859 au point de vue médico-chirurgical et administratif. Statistique médico-chirurgicale de la campagne d'Italie; par M. J. CHENU. Paris, 1869; br. in-8°.

On... *Sur la théorie d'Hansen concernant la constitution physique de la Lune; par* M. NEWCOMB. Washington, 1869; opuscule in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 27 décembre 1869.)

Page 1382, ligne 7, *au lieu de* non levé, *lisez* levé.

(Séance du 3 janvier 1870.)

Page 29, ligne	7,	colonne 7,	*au lieu de*	2,2,	*lisez*	2,4.
»	25,	»	»	2,204,	»	2,133.
»	26,	»	»	1,955,	»	2,05.
»	27,	»	»	1,926,	»	2,025.
»	28,	»	»	1,916,	»	2,35.
»	29,	»	»	1,916,	»	1,85.

Page 30, ligne 11, colonne 9, *au lieu de* 0,093, *lisez* 1,093.
» 37, *au lieu de* 0,996, *lisez* 0,994.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. DE VERNEUIL présente à l'Académie, de la part de *M. de Moeller*, officier des Mines de Russie, une carte géologique du versant occidental de l'Oural.

« Je ferai remarquer, dit M. de Verneuil, l'étendue considérable qu'occupe, sur cette carte, le terrain permien, y compris les grès et les marnes irisées qui le recouvrent.

» A eux seuls, ils occupent la plus grande partie des vastes plaines situées à l'ouest de l'Oural, et recouvrent, sur près de 15 degrés de latitude, une aréa plus grande que la France. Quand, en 1840 et 1841, MM. Murchison, Keyserling et moi, nous fûmes chargés de faire une carte géologique de la Russie d'Europe, y compris l'Oural, quelques grandes coupes à travers ces contrées nous avaient permis de reconnaître ce fait intéressant, et sous ce point de vue il règne un heureux accord entre la carte de M. de Moeller et la nôtre.

» Comme nous aussi, ce géologue n'a pu découvrir aucun fossile déterminable dans les marnes rouges et les grès qui surmontent le terrain permien, mais cependant il les rapporte au trias d'une manière plus explicite que nous ne l'avons fait. Cette absence de tout fossile caractéristique du trias

rapprochée de ce fait, résultant de nos recherches, que le lias n'existe pas en Russie, nous avait portés à croire qu'il pouvait y avoir une lacune entre les dépôts paléozoïques et ceux du Jura moyen, et qu'à cette époque la Russie avait été placée au-dessus du niveau de la mer.

» Selon M. de Moeller, le terrain permien présente, sur le versant occidental de l'Oural, une double série, l'une composée de grès et de conglomérats argileux ou calcifères, de couleur bigarrée, souvent imprégnés de minerais de cuivre et contenant quelques traces de houille, l'autre caractérisée par des calcaires blancs, gris ou jaunâtres, avec amas de gypse et de sel. Ces deux séries ne seraient pas superposées, mais passeraient latéralement de l'une à l'autre ; elles seraient contemporaines et ne formeraient qu'un seul terrain ayant deux *facies* géographiques différents. Une ligne diagonale, qui traverse la légende, exprime cette idée, que nous n'adoptons pas sans réserve.

» Comparée à la carte que nous avons publiée en 1845, après quelques mois seulement de voyages à travers ces immenses pays, la carte de M. de Moeller présente, outre de certains perfectionnements de détail, un changement notable qui modifie beaucoup la disposition des couleurs. Il a colorié comme permienne une région assez étendue que nous avons rapportée au terrain houiller : c'est celle des grès d'Artinsk qui sont caractérisés par des Goniatites et des Nautiles, dont l'analogie avec des espèces carbonifères nous avait paru frappante. La découverte, dans ces couches, du *Productus Cancrini* et de quelques autres espèces permiennes a déterminé M. de Moeller à apporter ce changement à notre classification. M. Pander l'avait proposé avant lui.

» J'hésite encore à me ranger de leur avis : il ne serait pas impossible, en effet, que certaines espèces permiennes eussent apparu pendant l'époque houillère, et nous en avons un exemple à Nebraska, sur le haut Missouri, où MM. Hayden et Marcou ont observé dans les mêmes couches des espèces carbonifères et permiennes mélangées.

» En résumé, je me plais à rendre justice à la carte de M. de Moeller, qui lui a coûté sept années de travail, mais en même temps je suis heureux de constater que s'il a amélioré beaucoup la carte que nous avons publiée il y a vingt-cinq ans, il n'en change pas cependant les grands et principaux contours. »

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un travail de* M. Puiseux, *ayant pour titre :* Mémoire sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune.

(Commissaires : MM. Liouville, Serret, Delaunay rapporteur.)

« Lorsqu'on veut déterminer toutes les inégalités du mouvement de la Lune dues à l'action perturbatrice du Soleil, on doit attribuer à ce dernier astre, à chaque instant, la position exacte qu'il occupe par rapport à un système d'axes coordonnés de directions constantes passant par le centre de la Terre. Les coordonnées du Soleil, que l'on doit ainsi considérer, sont exactement les mêmes que celles de la Terre rapportées à un système d'axes parallèles et de sens contraires, menés par le centre du Soleil. C'est donc, en définitive, le mouvement de la Terre autour du Soleil qui permet d'obtenir les coordonnées du Soleil dont on a besoin pour effectuer le calcul des inégalités lunaires.

» Si l'on admet, dans une première recherche, que la Terre se meut autour du Soleil en suivant rigoureusement les lois du mouvement elliptique, on obtient ainsi la plus grande partie des inégalités dont le mouvement de la Lune est affecté; c'est en cela que consiste le travail publié récemment par l'un de nous, et formant les tomes XXVIII et XXIX des *Mémoires de l'Académie*. Mais les inégalités du mouvement de la Terre, qui doivent être jointes à son mouvement elliptique considéré seul d'abord, pour fournir son mouvement réel autour du Soleil, contribuent aussi à produire, dans le mouvement de la Lune, des inégalités qu'il n'est pas possible de négliger. Parmi ces inégalités du mouvement de la Lune, dues à l'existence des inégalités du mouvement de la Terre, une des plus importantes est celle qui affecte progressivement le moyen mouvement de notre satellite. Laplace a démontré, en 1787, que la diminution séculaire de l'excentricité de l'orbite de la Terre produit une accélération progressive dans le moyen mouvement lunaire; et il a levé par là une difficulté qui préoccupait beaucoup les savants, en dévoilant la cause de l'accélération séculaire découverte depuis longtemps dans ce moyen mouvement de la Lune, par l'examen attentif des données de l'observation. A partir de là, et jusqu'à ces derniers temps, on a regardé la cause assignée par Laplace comme correspondant complétement à l'effet qu'il s'agissait d'expliquer; mais des doutes se sont produits, il y a quelques années, sur l'exactitude de

cette correspondance : un calcul plus complet de l'effet produit sur le moyen mouvement de la Lune par la diminution séculaire de l'excentricité de l'orbite de la Terre, a conduit à penser que cette cause trouvée par Laplace ne rendait compte que d'une portion de l'accélération séculaire qui affecte réellement ce moyen mouvement. On s'est demandé tout naturellement à quelle autre cause la partie restante pourrait être attribuée, et diverses idées ont été émises à ce sujet. Mais, avant tout, il était bon de s'assurer si l'on avait bien tenu compte de tous les effets de ce genre que peut produire l'action perturbatrice du Soleil sur la Lune.

» Parmi les inégalités dont le mouvement elliptique d'une planète est affecté, la variation séculaire de l'inclinaison de son orbite sur un plan fixe et celle de l'excentricité de cette orbite jouent des rôles entièrement analogues; le déplacement séculaire du plan de l'écliptique dans l'espace ne pourrait-il donc pas produire une accélération dans le moyen mouvement de la Lune, tout aussi bien que la diminution progressive de l'excentricité de l'orbite de la Terre? Telle est la question que M. Puiseux s'est posée.

» Les divers savants qui se sont occupés du mouvement de la Lune avaient toujours regardé l'influence du déplacement progressif de l'écliptique sur le moyen mouvement de cet astre comme insensible; mais c'était en se bornant aux premières approximations qu'ils avaient été conduits à ce résultat, et l'on sait combien, dans la théorie de la Lune, les conclusions tirées des premières approximations auxquelles on s'est arrêté tout d'abord se trouvent quelquefois changées lorsqu'on passe aux approximations suivantes. M. Puiseux a donc entrepris d'effectuer le calcul de la partie de l'équation séculaire de la Lune qui peut être due au déplacement séculaire du plan de l'écliptique, en poussant les approximations assez loin pour qu'il ne restât aucun doute sur la véritable influence de cette cause spéciale de perturbation.

» Nous n'entrerons dans aucun détail sur la marche que l'auteur a suivie pour atteindre ce but. Nous nous contenterons de dire que, dans le développement des longs et pénibles calculs qu'il a eu à faire pour y arriver, on retrouve la netteté et la précision qui sont le caractère distinctif de ses travaux. Quant au résultat, il est le même que celui auquel on était parvenu en se bornant aux premières approximations : le changement de position du plan de l'écliptique dans l'espace n'a aucune influence sensible sur la valeur de l'équation séculaire de la Lune. Cette conséquence, bien qu'elle soit négative, n'en a pas moins une grande importance; et tous les amis de la

science se féliciteront de ce que le doute qui pouvait rester sur ce point soit complétement dissipé.

» Nous proposons à l'Académie de décider que le Mémoire de M. Puiseux sera inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note comparative des résultats obtenus et à obtenir, sur les chemins de fer, de la traction par laminage, dite* à rail central; *par* **M. Duméry.**

(Commissaires : MM. Morin, Combes, Phillips, Séguier.)

« M. Duméry lit une Communication relative à la traction par le *rail central.* Il divise cette Communication en deux parties :

» Dans la première, il démontre :

» 1° Que la traction par laminage dépasse de beaucoup, comme inclinaison, les limites du nécessaire, puisqu'elle a pu permettre de gravir des rampes de $0^{m},085$ par mètre;

» 2° Que, toutes les fois qu'il s'agit d'une même altitude, elle permet, toutes choses égales d'ailleurs, de construire les chemins à plus de 100 000 francs de moins par kilomètre qu'avec la pesanteur pour cause d'adhérence;

» 3° Que les frais d'exploitation y sont infiniment moindres;

» 4° Qu'il n'est nullement nécessaire qu'il y ait pente exagérée, ni même que l'on ait dépassé les limites d'action des moyens ordinaires, pour que la supériorité du rail central se manifeste, et que les lignes, telles qu'elles sont autorisées aujourd'hui par les cahiers des charges en vigueur, auraient le plus grand intérêt à en faire l'application.

» Dans la seconde partie, il fait ressortir que le principe du rail central n'est pas avantageux seulement alors qu'il y a pente abrupte, comme on l'a prétendu jusqu'à présent; mais qu'il y a un plus grand avantage encore à l'appliquer partout où il y a profil irrégulier : à la condition d'opérer la traction par des machines à deux vitesses, l'une grande sur les parties de la voie en palier; l'autre réduite pour le parcours des parties en rampe.

» Le premier mérite de la deuxième vitesse consiste à pouvoir obtenir des machines légères un service aussi puissant qu'avec des machines deux fois plus lourdes adhérentes par la gravitation.

» La résistance d'un convoi de 1860 tonnes, moteur compris, marchant à la vitesse de 18 kilomètres à l'heure sur palier, exige un effort de traction de 7440 kilogrammes (*expérience Petiet*); alors qu'il se présente une rampe de 15 millimètres, le même convoi exigerait, s'il marchait à la même vitesse, un effort de traction de 35340 kilogrammes impossible à obtenir d'une machine dans laquelle l'adhérence est due à la pesanteur.

» Or, de deux choses l'une :

» La machine pourrait, en palier, entraîner un convoi de 1860 tonnes; mais, comme sa vitesse n'est pas modifiable; comme, sur les rampes qu'elle a à franchir (rampes considérées aujourd'hui comme bien modestes), elle ne peut traîner que 409 tonnes, il arrive qu'on ne peut lui confier que cette dernière charge minima, et que les 75 pour 100 du parcours en palier, qui devraient être les plus avantageux, s'effectuent dans des conditions telles, que les machines n'utilisent que 25 pour 100 de la puissance qu'elles pourraient développer, tout en écrasant inutilement les rails.

» Si, au contraire, on avait pu modifier la vitesse au moment où une rampe se présente, on eût opéré une conversion de vitesse en force, et l'on eût, avec la même machine, grâce au laminage, entraîné le maximum, soit 1860 tonnes.

» Voici donc deux convois, ayant chacun à leur tête une machine de même puissance : l'une pouvant entraîner 1860 tonnes, l'autre seulement 409 tonnes, et cela uniqnement parce que l'une est douée de deux vitesses avec laminage, et que l'autre n'a qu'une seule vitesse et une traction due à la pesanteur.

» Or, si la machine peut ne peser que 30 tonnes au lieu de 60, et produire un même travail, il se présente une autre série d'avantages; il advient :

» 1° Que le poids mort en moins correspond sur un convoi de 388 tonnes à une économie de $\frac{1}{10}$;

» 2° Que ce dixième, traduit en argent, est supérieur à la dépense de combustible à faire en plus dans les rampes;

» 3° Qu'il reste un boni d'environ 25 pour 100 de l'économie réalisée sur le poids mort des machines;

» 4° Qu'enfin, on obtient de la sorte, sur des profils accidentés, une traction aussi économique que si les pentes et rampes ne variaient que de 3 à 8 millimètres par mètre.

» Si l'on examine au prix de quel sacrifice sur la vitesse ces avantages

sont réalisés, on reconnaît bien vite que, sur les parties de niveau, la vitesse ne varie pas ; que, sur les parties en pente, la dépense est nulle et la vitesse aussi grande qu'en palier, et qu'enfin il n'y a que sur les rampes elles-mêmes que le ralentissement peut peser.

» Or si, sur un chemin de 100 kilomètres, les pentes et rampes occupent $\frac{1}{5}$, il advient que l'usage de la deuxième vitesse n'a lieu que sur une étendue de $\frac{1}{10}$, puisque, au retour, la rampe devient pente.

» Dans ces conditions, sur une vitesse moyenne de 40 kilomètres à l'heure, on éprouve un retard de $5^m 42^s$: retard que les meilleures conditions de légèreté, d'arimage, d'énergie relative permettent de compenser avec avantage.

» Après avoir établi que les nouveaux chemins à rail central peuvent être construits à près de 50 pour 100 moins cher que les chemins ordinaires, tout en possédant même voie et même échantillon de rails, M. Duméry fait remarquer que le principe de M. le baron Séguier, comme tous les vrais principes de mécanique, se prête aux applications les plus réduites sans altération par les résultats de l'exploitation. Aussi est-on autorisé à proclamer le principe de la traction par le laminage, comme réalisant dans l'industrie des chemins de fer un progrès au point de vue technique et économique. »

M. **Maumené** lit un Mémoire intitulé « Théorie générale de l'action chimique : nécessité de son emploi pour éviter l'erreur ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la dispersion de la lumière.* Deuxième Note de **M. Th. Ricour**, présentée par M. Bertrand. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Serret, Fizeau.)

« Sur un prisme de quartz taillé parallèlement à l'axe, recevons, normalement à l'une des faces, un rayon lumineux, et ne considérons que les indices ordinaires. Le rayon s'étalera suivant un spectre. Si nous désignons par φ l'angle du prisme, par R l'indice de réfraction d'un rayon simple, et par δ l'angle que forme le rayon émergent avec la normale, la loi connue

de la réfraction est exprimée par la formule

$$\sin\delta = R\sin\varphi.$$

» En supposant l'angle φ très-petit, cette formule se réduit à

$$\delta = R\varphi.$$

» Nous raisonnerons dans cette hypothèse.

» Soient δ_A et δ_H les valeurs de δ qui correspondent aux raies A et H, nous aurons

$$\begin{aligned}\delta_A &= 1{,}53902\varphi,\\ \delta_H &= 1{,}55816\varphi,\\ \delta_A - \delta_H &= 0{,}01914\varphi.\end{aligned}$$

» Le spectre lumineux limité par les raies A et H se trouve donc compris, pour le quartz, dans un espace angulaire égal à

$$0{,}01914\varphi.$$

» Au delà de H, se trouve le spectre ultra-violet, qui présente une longueur très-grande comparativement à celle du spectre lumineux.

» En deçà de A, se trouve le spectre calorifique, que des appareils thermoscopiques très-sensibles ont mis en évidence sur une étendue sensiblement égale à celle du spectre lumineux.

» L'expérience directe a prouvé que les longueurs d'onde vont en diminuant de A vers l'extrémité du spectre ultra-violet. On en a conclu que la même loi se continue en deçà de A, c'est-à-dire que les longueurs d'onde vont en augmentant de A vers l'extrémité du spectre calorifique. Or cette conclusion n'est pas légitime : elle constitue une simple hypothèse, qui n'est basée sur aucune expérience directe; elle est en contradiction avec la théorie de la dispersion : c'est ce que je me propose de démontrer, dans la Note que je soumets au jugement de l'Académie, en substituant à cette hypothèse les indications de la théorie.

» Cette théorie met en évidence l'existence de deux spectres, obéissant à des lois de dispersion distinctes.

» Le premier spectre se rapporte, pour le quartz, à des longueurs d'onde comprises entre $l = \infty$ et $l_0 = 1215$. La loi de la dispersion des rayons formant ce spectre est donnée par la formule

$$\sin\frac{R\alpha\pi}{l} = \frac{\rho\alpha\pi}{l} = \frac{l_0}{l},$$

et les valeurs de R sont comprises entre les limites $R = \rho$ et $R = \rho\frac{\pi}{2}$.

» Le second spectre se rapporte à des longueurs d'onde comprises entre $l = 0$ et $l_0 = 1215$, mais généralement extrêmement courtes par rapport aux longueurs d'onde du premier spectre, et par conséquent beaucoup plus rapprochées de $l = 0$ que de $l_0 = 1215$. Ce deuxième spectre forme à lui seul, la zone des rayons les moins réfractés mis en évidence par les appareils thermoscopiques, en deçà de la limite ζ, et se prolongeant au delà de cette limite pour recouvrir en partie la zone de l'extrême rouge du premier spectre, sans conserver toutefois une intensité appréciable aux abords de la raie D.

» La distinction que la théorie établit entre les deux spectres fait comprendre aisément comment certains corps sont à la fois opaques et diathermanes, tandis que d'autres laissent passer la lumière et arrêtent les vibrations calorifiques.

» Les corps sont en présence de deux ordres de vibrations : les unes impriment des oscillations à des tranches périodiquement homogènes, d'épaisseur α, qui se meuvent en masse; les autres ébranlent, au contraire, l'intérieur même de ces tranches : il y a une sorte d'indépendance entre ces deux modes vibratoires, qui explique le passage de l'un et l'absorption de l'autre, ou inversement.

» On doit à M. Mascart une observation extrêmement intéressante, qui est une confirmation de la théorie qui précède. Dans un spectre produit par un prisme de quartz, un œil exercé peut distinguer, dans la région ultra-violette, une zone six à sept fois plus large que le spectre lumineux : cette zone prolonge, en quelque sorte, le spectre, en le dégradant d'une manière continue. Elle est d'autant plus large que l'œil est plus sensible.

» Au contraire, en deçà de la raie A, où les vibrations, sur une largeur égale à celle du spectre lumineux, correspondent à une puissance vive incomparablement plus grande que dans la région ultra-violette, l'œil le plus sensible ne perçoit qu'une bande assez étroite de lumière rouge sombre : cette bande étroite qui impressionne l'œil est la zone dans laquelle les longueurs d'onde augmentent d'une manière continue, depuis $l = 7604$ pour la raie A, jusqu'à $l = \infty$; elle présente, en effet, d'après notre théorie, une largeur qui est inférieure au tiers de la largeur du spectre lumineux. Au point ζ, il y a un arrêt brusque des ondes de grande longueur, et le sens de la vue est complétement insensible aux vibrations de très-courte période dans cette région.

» En résumé, dans notre première Note nous avons donné la loi théo-

rique de la dispersion dans les cristaux homoédriques parfaitement homogènes, et nous avons constaté que cette loi est vérifiée par l'expérience.

» Dans la présente Note, nous avons établi que le spectre comprend deux ordres de vibrations, qui suivent des lois de dispersion différentes :

» Les vibrations de longue période se propagent par suite du mouvement oscillatoire des couches périodiquement homogènes dans lesquelles le milieu vibrant se décompose, sous l'influence des molécules pondérables : ces couches, limitées par des *surfaces de moindre élasticité*, présentent une épaisseur α qui forme, en quelque sorte, la caractéristique de la dispersion.

» Les vibrations de courte période se propagent à travers les couches d'épaisseur α, dans l'intérieur desquelles l'élasticité moyenne est plus grande que l'élasticité mise en jeu dans la propagation des ondes de grande longueur.

» Nous avons établi que l'éther libre est, en effet, susceptible de transmettre des ondes incomparablement plus courtes que les ondes lumineuses, et nous avons indiqué incidemment de quelle manière l'observation des raies des spectres d'étoiles variables peut conduire à la détermination de la distance de ces étoiles à la terre.

» Nous avons aussi fait ressortir que toutes les expériences connues confirment les vues théoriques que nous avons exposées, et nous avons indiqué de nouvelles expériences à poursuivre pour déterminer les longueurs des ondes calorifiques, comme on a déterminé la longueur des ondes lumineuses.

» Il nous reste à faire connaître l'origine de ces deux ordres de vibrations, qui se propagent dans l'éther, et la raison pour laquelle chacun de ces deux ordres de vibrations présente un maximum d'intensité.

» C'est, en effet, une loi générale que tous les corps solides ou liquides émettent, à une haute température, des vibrations de deux périodes extrêmement différentes, qui correspondent, la première au maximum d'intensité du spectre visible, l'autre au maximum d'intensité du spectre invisible; les vibrations de durée intermédiaire étant pour ainsi dire absentes, ou du moins répondant à une puissance vive inappréciable.

» L'éther libre, tel que nous le concevons, n'offre par lui-même aucune explication de cette loi générale, car il est apte à propager avec la même facilité les vibrations de toute longueur d'onde. C'est à la source des vibrations qu'il faut remonter, et la constitution moléculaire des corps met sur la voie d'une explication rationnelle de l'existence de deux maxima, autour

desquels se condensent, en quelque sorte, les vibrations, d'une part dans le spectre visible, et d'autre part dans le spectre invisible.

» Tout corps est composé de molécules physiques : toute molécule physique est un assemblage de molécules chimiques : deux ordres de vibrations, de périodes très-différentes, correspondent à ces deux ordres de molécules; ce sont ces vibrations moléculaires qui, en communiquant une partie de leur puissance vive à l'éther, donnent naissance à deux ordres de mouvements ondulatoires, constituant le rayonnement de la lumière et de la chaleur : les uns plus lents émanent des molécules physiques ; les autres plus rapides émanent des molécules chimiques.

» La formule qui répond à ces vibrations explique à la fois la fusion des corps et la dispersion de la lumière. Les développements dans lesquels il serait nécessaire d'entrer feront l'objet d'une troisième Note. »

M. Baudrimont, à propos des Communications faites récemment à l'Académie sur des méthodes de préparation de pierres précieuses artificielles, fait remarquer qu'il a préparé autrefois des grenats artificiels à bases de magnésie, de chaux, de strontiane, de baryte et d'oxyde de plomb.

« Afin que l'Académie ne puisse avoir le moindre doute à cet égard, ajoute M. Baudrimont, et qu'elle puisse par elle-même apprécier les résultats que j'ai obtenus, j'ai l'honneur de lui adresser huit de ces pierres, qui ont été taillées à Paris, il y a dix ans, ainsi que je pourrais le prouver par les factures du lapidaire.

» Je me borne, pour le moment, à soumettre à l'Académie les échantillons que je lui envoie. Aussitôt que j'en aurai le temps, je lui ferai parvenir des détails sur la fusibilité et la dureté relatives de ces pierres, sur leur poids spécifique, leur indice de réfraction, sur l'action dispersive qu'elles exercent sur la lumière, ainsi que sur les difficultés considérables que j'ai dû surmonter pour les préparer. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Becquerel, Daubrée, Fizeau, H. Sainte-Claire Deville.)

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Notices sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun; par* **M. B. Renault**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Daubrée.)

« Ces trois Notices que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie ont pour objet des échantillons de très-petites dimensions,

mais d'un intérêt particulier, trouvés parmi les nombreux fragments de végétaux silicifiés qui ont rendu célèbres quelques localités des environs d'Autun, et qui proviennent, comme on le sait, soit des parties supérieures du terrain houiller, soit des couches qui le recouvrent immédiatement.

» Les échantillons, objets de ces recherches, se rapportent à des tiges de Fougères accompagnées de leurs pétioles, appartenant aux genres *Zygopteris* et *Anachoropteris* de Corda, et à des tiges de Lycopodiacées.

» 1° *Études sur la tige et les espèces de* Zygopteris. — Ce genre avait été fondé pour comprendre des pétioles de Fougères parcourus par un seul faisceau vasculaire d'une forme toute particulière, dont la section transversale présente une bande horizontale terminée par deux bandes perpendiculaires à celles-ci, et rappelle la forme d'un H. On ne connaissait que deux espèces de ce genre, trouvées en Allemagne, et la tige qui donnait naissance à ces pétioles était restée inconnue.

» L'échantillon principal d'Autun appartient à une espèce bien distincte, *Zygopteris Brongniartii*, B. Ren. ; mais il est surtout intéressant en ce qu'il montre une portion de la tige qu'accompagne un des pétioles. Cette tige diffère beaucoup de celle de la plupart des Fougères, mais elle se rattachera probablement à certaines formes de cette famille qui n'ont pas été suffisamment étudiées. Elle présente un cercle vasculaire épais et continu entourant un tissu médullaire peu étendu.

» L'examen d'autres échantillons de la même localité indique, d'après les pétioles seulement, l'existence de trois autres espèces nouvelles à joindre à la précédente ; ce sont les *Zygopteris elliptica, Lacattii* et *bibractensis*.

» 2° *Étude sur la tige de l'*Anachoropteris. — Le genre *Anachoropteris* de Corda comprend également des pétioles de Fougères caractérisés par un faisceau vasculaire unique, formant dans sa section transversale un demi-cercle dont les extrémités se recourbent et s'enroulent à l'intérieur.

» On ne signalait que deux espèces dans ce genre, et l'une d'elles, l'*Anachoropteris pulchra*, avait déjà été trouvée à Autun dans un état de conservation qui avait permis d'en faire une étude très-complète. Mais, jusqu'à ce jour, la tige qui donne naissance à ces pétioles n'avait pas été observée. Un échantillon d'une espèce nouvelle, *Anachoropteris Decaisnii*, B. Ren., vient combler cette lacune.

» Cette tige ressemble, à plusieurs égards, à celle du genre précédent ; le système vasculaire forme également une zone continue autour d'une moelle peu étendue ; mais la moelle et le système vasculaire qui l'entoure se prolongent à l'extérieur en cinq lames saillantes qui donnent sur la coupe

transversale à ces parties l'apparence d'une étoile à cinq branches, qui sont elles-mêmes bifurquées à leur extrémité. La zone vasculaire, dans cette plante comme dans la précédente, paraît entièrement formée de vaisseaux rayés ou scalariformes.

» 3° *Etudes de deux tiges de Lycopodiacées.* — Parmi les tiges fossiles trouvées aux environs d'Autun, on compte, au nombre des plus fréquentes, diverses espèces de *Psaronius;* mais on n'avait jamais observé, ni dans cette localité ni dans celles qui renferment des fossiles analogues, des tiges qui, par leur volume et leur structure, pussent être assimilées à celles des Lycopodes ordinaires.

» Deux petites tiges silicifiées, de 6 millimètres environ de diamètre, montrent dans la disposition des faisceaux vasculaires qui sont dispersés dans leur axe, et dans la nature des tissus qui l'environnent, la plus grande analogie avec ce qu'on observe dans les Lycopodes actuels. Dans l'une de ces espèces, les vaisseaux offrent une structure qu'on n'a pas signalée jusqu'à ce jour, ni parmi les Lycopodes, ni parmi les *Psaronius :* leurs parois sont couvertes d'aréoles hexagonales, très-régulières, marquées d'un pore central lorsque cette paroi correspond à celle d'un autre vaisseau. Dans l'autre espèce, on observe des vaisseaux analogues, mais dont les aréoles sont dépourvues de ces pores, et on trouve, en outre, des faisceaux de vaisseaux plus fins à parois rayées transversalement.

» Par les caractères les plus importants de leur structure, ces tiges concordent avec celles des Lycopodiacées, qui présentent tant de diversités non-seulement dans les différents genres de cette famille, mais d'une espèce à l'autre du grand genre *Lycopodium.*

» Appartiennent-elles à des Lycopodiacées herbacées dont on a si peu d'exemples dans les terrains de cette époque, ou à des tiges jeunes de *Psaronius*, dans la période de leur développement qui précède la formation de leur tige arborescente? Sans préjuger cette question, la première hypothèse nous paraissant la plus vraisemblable, nous désignons la première espèce sous le nom de *Lycopodium punctatum;* la seconde a reçu de M. Brongniart le nom de *Lycopodium Renaultii.* Les dessins qui accompagnent ce Mémoire font mieux apprécier la structure de ces végétaux que ne pourrait le faire une description plus détaillée. »

M. **Delaurier** adresse un Mémoire portant pour titre « Expériences sur l'électricité : objections à la théorie électrochimique ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Edm. Becquerel, Fizeau.)

M. A. Marinier soumet à l'examen de l'Académie : 1° un collyre, de composition végétale saline, contre les affections des paupières; 2° un injecteur-filtre.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

Sériciculture. — *Du mûrier et du ver à soie, considérés en eux-mêmes et dans leurs rapports.* Mémoire de M. Tigri.

Ce Mémoire, que l'auteur, pour prendre date, a adressé au Ministère italien d'Agriculture et du Commerce, et qui contient les résultats de ses observations, est divisé en trois parties :

La première, qui a pour titre : « Sur les êtres parasites du ver à soie, dans leurs diverses phases », cherche à établir, par des observations, que la maladie désignée sous le nom de *maladie des morts-flats* (*morti bianchi*) est due essentiellement à un état de parasitisme que constituent des microzoaires du genre *Bacterium*. Cette maladie s'est manifestée en 1869, dans quelques parties, avec violence; en d'autres, elle s'est montrée plus bénigne, sur des vers nés de graines qui, dans quelques parties du même établissement, réussissaient très-bien. L'auteur rappelle les symptômes que présentent les vers malades et signale surtout l'accumulation, dans l'estomac, de matières alimentaires et d'un liquide verdâtre dans lesquels le microscope fait découvrir une foule de Bactéries, nageant généralement dans une position verticale.

Dans la seconde partie, l'auteur s'occupe de la fumure du mûrier adulte, considérée au point de vue des matières nutritives qu'il peut fournir au ver à soie. Il rappelle qu'il a attribué depuis longtemps la cause de l'épidémie à la feuille du mûrier, laquelle, par défaut de culture ou autrement, ne fournit pas à l'insecte, à l'état de larve, l'élément *urique* qui lui est indispensable pour son développement normal et pour fournir la soie nécessaire à son cocon. Des expériences auxquelles il s'est livré, il résulte encore que les vers nourris avec de la feuille échauffée tombent infailliblement malades, à cause des microzoaires qui se forment par cette altération. La feuille fournie par des mûriers exposés au nord, et contenant une trop grande quantité d'eau, produit les mêmes effets. L'addition d'un petite quantité d'eau à un magma de feuilles saines pilées et réduites en pâte suffit pour y développer, en quelques heures, une masse de Bactéries.

Enfin, la troisième partie est consacrée aux recherches de l'auteur sur la contagion des Bactéries et la transmission de la maladie des morts-flats par ces microzoaires.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. P. Levert adresse, pour le concours du legs Bréant, une Note concernant « l'action des amers, et du sulfate de quinine en particulier, sur l'économie, dans la guérison des fièvres de tous les degrés ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Goulier demande et obtient l'autorisation de retirer un Mémoire présenté par lui et ayant pour titre « Étude analytique sur les appareils propres à déterminer les distances ».

CORRESPONDANCE.

M. Helmholtz, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume portant pour titre « Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique (Section des Sciences naturelles); t. I ».

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie que M. Chasles et M. Combes sont nommés Membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour 1870, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. Dumas communique à l'Académie la Lettre suivante de *M. Gaiffe*, relative au dépôt du nickel sur divers métaux. Il rappelle les travaux sur le même sujet de notre illustre confrère M. Becquerel. Leur application vient d'être amenée au plus haut degré de perfection à l'aide de précautions très-intéressantes pour la théorie de ce genre d'opérations. La méthode de M. Isaac Adams, dont il est question dans la Lettre qui suit, montre en effet combien les moindres impuretés peuvent influer sur l'état des métaux déposés.

« J'ai l'honneur de vous prier de présenter à l'Académie divers objets nickélisés par les procédés de M. Isaac Adams, de Boston. Voici, en quelques mots, en quoi diffèrent ces procédés de ceux qui ont été indiqués jusqu'à ce jour. Lorsqu'on prépare un bain pour les dépôts galvaniques, tout en cher-

chant à faire des produits purs, on s'occupe peu, et assez généralement sans inconvénient, des faibles quantités de soude ou de potasse que les diverses opérations de sa fabrication y introduisent; on doit agir tout autrement pour les bains de nickel. M. Adams a remarqué que la moindre trace d'un métal alcalin ou alcalino-terreux est nuisible et détermine, non plus simplement un dépôt de nickel pur, mais en même temps, sur l'anode et sur le catode, du peroxyde du même métal, ce qui altère rapidement le bain. Les sels d'ammoniaque n'ayant pas le même inconvénient que ceux des autres bases, M. Adams a préparé des bains de chlorure et du sulfate double de nickel et d'ammoniaque parfaitement purs, et il en a obtenu d'excellents résultats. L'opération très-facile du nickelisage peut être aujourd'hui confiée à tout le monde. Le nickel se dépose en couches très-régulières; même quand il est arrivé à une forte épaisseur, sa surface est assez unie pour que la roue de Drap, chargée de rouge à polir, soit seule employée dans le polissage des pièces. »

« M. **Becquerel** fait remarquer que, conjointement avec M. Edm. Becquerel, il a publié, il y a huit ans environ, un procédé analogue à celui dont il vient d'être question pour déposer électrochimiquement le nickel, le cobalt, sur des surfaces conductrices de l'électricité.

» Dans ces expériences, pour déposer le nickel et le cobalt, on a fait usage de doubles sulfates alcalins de ces métaux, mais principalement de doubles sulfates ammoniacaux. Des médailles et des cylindres de ces deux métaux ont été obtenus par ce procédé, et présentés à l'Académie.

» Voici quelques lignes de cette publication, qui se rapportent au nickel (1) :

« *Nickel.* On opère avec la dissolution de sulfate de nickel, à laquelle on ajoute de la potasse caustique, de la soude ou de l'ammoniaque, mais principalement ce dernier alcali, pour saturer l'excès d'acide, comme on l'a fait pour le chlorure de cobalt . . . . . .
. . . .

» La dissolution ammoniacale de double sulfate de nickel et d'ammoniaque, et même celle qui n'est pas ammoniacale, donnent également le nickel métallique : elle reste, à la vérité, toujours au maximum de concentration, en mettant au fond du vase une certaine quantité de double sulfate; mais l'acide sulfurique devenant libre pendant l'action décomposante du courant, on le sature avec de l'ammoniaque. Dans ce dernier cas, la méthode employée est analogue à celle dont on fait usage habituellement pour obtenir un dépôt galvanique de fer métallique. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LV, p. 19; 1862.

« **M. Dumas**, entièrement d'accord avec son excellent confrère sur ce point, qu'il a signalé l'emploi des sels doubles de nickel et d'ammoniaque pour en obtenir des dépôts galvaniques, fait remarquer que l'intérêt de la nouvelle Communication repose tout entier sur le rôle fâcheux reconnu par M. Isaac Adams aux moindres traces de potasse, de soude ou d'un métal alcalino-terreux, circonstance qui était ignorée jusqu'à lui. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres des gaz simples*. Note de **M. A Wülner**, présentée par M. Faye.

« Je viens de lire dans le *Compte rendu* du 13 décembre 1869 les remarques de M. Dubrunfaut, relativement à mes recherches sur les spectres de quelques gaz enfermés dans des tubes de Geissler. M. Dubrunfaut pense que chaque gaz donne un seul spectre : l'azote, le spectre brillant décrit par Plücker et par M. Morren; l'hydrogène et l'oxygène, les spectres à raies brillantes décrits par Plücker. Il admet que les spectres multiples de gaz simples, qui ont été observés par Plücker et par moi-même, sont dus à des impuretés des gaz, et en particulier les spectres de l'hydrogène et de l'oxygène à la présence de l'azote.

» Je ne sais trop de quels spectres entend parler M. Dubrunfaut, lorsqu'il dit que *les deux premiers spectres de l'hydrogène observés par Plücker* peuvent être *à priori* attribués à la présence de l'azote. Plücker n'a décrit en tout que deux spectres de l'hydrogène, dont l'un se compose des trois raies α, β, γ. Quant à mes observations personnelles, M. Dubrunfaut paraît n'avoir lu que l'extrait que M. Bertin m'a fait l'honneur de donner de mes Mémoires dans les *Annales de Chimie et de Physique;* s'il avait connu le détail de mes observations (1), il serait probablement arrivé à des conclusions différentes. En effet, la première observation qui m'a donné le troisième spectre de l'hydrogène rend impossible l'explication de M. Dubrunfaut, qui invoque la présence de l'azote.

» Cette observation, que j'ai publiée pour la première fois dans la séance du mois de mai 1866 de la Société bas-rhénane des sciences naturelles et médicales, m'avait beaucoup surpris. Pour mes recherches sur la relation qui existe entre les indices de réfraction et la densité des corps réfringents, je me servais des trois raies spectrales α, β, γ de l'hydrogène. Un jour, un

(1) *Annales de Poggendorff*, t. CXXXV, 1868; t. CXXXVII, 1869.

tube à hydrogène que j'employais depuis longtemps changea subitement d'aspect : la lumière, jusqu'alors d'un beau rouge, devint blanche; dans le spectre, la raie bleue γ s'éteignit, et le spectre se montra continu. Il offrait, notamment dans le vert, des nuances très-riches. Je crus d'abord que le tube ne fermait plus hermétiquement, et que des traces d'air y étaient entrées; mais le spectre était tout différent de celui de l'azote, et pendant que j'examinais ce spectre, en employant toujours la même bobine d'induction et la même pile, la lumière du tube changea aussi brusquement que la première fois : elle redevint rouge et ne donnait plus que les trois raies α, β, γ. Comment M. Dubrunfaut voudrait-il expliquer ce phénomène par la présence de l'azote?

» Des observations analogues ont été faites par M. Bœrner, à Marbourg; il les a consignées dans un Mémoire sur les indices de réfraction des dissolutions salines. « On a fait, dit-il, sur plusieurs tubes des observations » fort singulières. Après avoir constaté longtemps une lumière blanche » tirant sur le violet et un spectre continu, on a vu la teinte de la lumière » vers le milieu de la partie capillaire du tube se changer en rouge, pendant » qu'elle restait blanche au-dessus et au-dessous. Au même moment, le » spectre de cette partie rouge montrait les trois raies $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$. Cette » teinte rouge de la partie moyenne persista dans quelques-uns des tubes » peu de jours seulement, dans d'autres plusieurs semaines. J'ai vu souvent » le changement instantané de la lumière des tubes qui a été décrit par » M. Wüllner. »

» J'ajoute une autre observation, consignée à la page 502 de mon premier Mémoire; elle a été faite avec des tubes à hydrogène qui montraient d'habitude la lumière blanche et le spectre continu. On pouvait réduire le spectre de ces tubes aux trois raies α, β, γ par la machine de Holtz. Lorsqu'on faisait passer le courant de cette machine par les tubes, sans recourir au condensateur, la lumière était blanche et le spectre continu, surtout dans le vert; mais lorsqu'on ajoutait le condensateur, la lumière devenait sur-le-champ rouge et ne donnait que les raies α, β, γ. On obtenait le même résultat avec une petite bouteille de Leyde. Quand j'avais fait passer ces décharges par les tubes, ils donnaient encore pendant quelque temps la lumière rouge avec le simple courant d'une petite bobine de Ruhmkorff, laquelle servait pour toutes ces expériences.

» M. Dubrunfaut a raison de dire que l'on peut découvrir par l'analyse spectrale les plus légères traces d'azote; mais pour admettre la présence de ce gaz, il faut au moins voir le spectre qui le caractérise. Les parties les plus

caractéristiques du spectre de l'azote ce sont les bandes bleues et violettes dessinées par Plücker et par M. Morren. J'ai constaté moi-même que ces parties du spectre deviennent toujours visibles les premières lorsqu'on commence à le distinguer. Le spectre de l'hydrogène ne présente rien de semblable : il s'étend à peu près de Hα jusqu'au milieu de l'espace compris entre Hβ et Hγ, mais il n'offre que les bandes cannelées du spectre de l'azote.

» M. Dubrunfaut dit que les spectres multiples de l'oxygène et de l'azote ayant été obtenus par les mêmes moyens que ceux de l'hydrogène, il est difficile de croire que ces moyens n'aient pas produit des causes d'erreur analogues. Cette remarque, je l'ai faite moi-même; elle a été pour moi une preuve que les spectres de l'oxygène ne sont pas dus à l'azote. En effet, le spectre à bandes de l'oxygène était tout différent de celui de l'hydrogène. Tandis que ce dernier était brillant depuis Hα jusque vers Hγ, le spectre à bandes de l'oxygène présentait surtout quatre bandes dans le vert et le bleu, il était exempt de rouge et presque exempt de jaune. En opérant sur l'azote de la même manière que sur les autres gaz et avec les mêmes appareils, on n'avait qu'un spectre, celui de Plücker et de M. Morren. Si donc M. Dubrunfaut veut soutenir que tous ces spectres soient dus à l'azote, il lui faudra admettre que l'azote mêlé à l'hydrogène donne un autre spectre que s'il est mêlé à l'oxygène, et un autre lorsqu'il est pur.

» Les nouveaux spectres à raies brillantes de l'hydrogène et de l'oxygène s'expliqueraient, selon M. Dubrunfaut, par la vapeur du mercure que la pompe de Sprengel introduirait dans les tubes. M. Dubrunfaut pouvait aisément vérifier cette hypothèse. En effet, Plücker a donné les longueurs d'onde des raies principales du mercure; j'ai donné moi-même les déviations minima des raies observées avec un prisme dont j'avais mesuré les indices pour Hα, Hβ, Hγ; on pouvait donc comparer les longueurs d'onde de mes raies avec celles des raies du mercure. Voici ces longueurs d'onde, calculées par la formule de M. Christoffel, pour l'hydrogène aussi raréfié que possible; elles sont exprimées en cent-millionièmes de millimètre.

		Wüllner.	Angström.
1.	Groupe de trois raies, la raie moyenne...........	56467	56479
2.	» trois raies, la raie moyenne............	54688	54697
3.	» deux raies, la deuxième raie..........	53343	53338
4.	» deux raies, la première raie...........	52214	52243
5.	» trois raies, la raie moyenne............	50146	50140
6.	» plus de six raies, la raie moyenne.......	49295	49295

» Pour les raies principales du specte de mercure Plücker a donné les longueurs d'onde suivantes :

Hgα	5782 5759
Hgβ	5461
Hgγ	4359

» La deuxième de mes raies diffère peu de Hgβ; néanmoins, je ne crois pas que ce soit une raie du mercure, car elle occupe le milieu d'un beau groupe de trois raies, tandis que Hgβ est, d'après Plücker, une raie isolée. Voici encore les longueurs d'onde des raies principales de l'oxygène, ce gaz étant aussi raréfié que possible :

		Wüllner.	Angström.
1. Groupe large de 9′	la première raie	54613	54623
	la dernière	54037	54031
2. Groupe large de 21′	la première raie	52151	52155
	la moyenne, très-brillante	51523	51525
	la dernière	50901	50903
3. Groupe de six raies	la première raie	49380	49386
	la deuxième	48932	48922
4. Groupe large d'environ 5′, la dernière raie		48052	48044
5. Groupe de trois raies	la première	46519	46511
	la deuxième	46439	46432
	la troisième	46373	46372
6. Une raie violette		44176	44180
7. Une raie violette		42611	42614

» Il est à remarquer que toutes ces raies se retrouvent dans le spectre solaire, tel qu'il a été dessiné par M. Angström; j'ai toujours mis, en regard des longueurs d'onde calculées par moi, les longueurs d'onde des raies solaires correspondantes d'après le physicien suédois. Les écarts ne s'élèvent qu'une fois à 3 et trois fois à 1 dix-millionième de millimètre.

» Si M. Dubrunfaut veut comparer les nombres relatifs à l'oxygène avec ceux qui se rapportent au mercure et à l'hydrogène, il reconnaîtra que les nouveaux spectres décrits par moi n'appartiennent ni au mercure ni à l'azote; il lui faudra donc chercher une autre cause qui puisse, avec les mêmes appareils et le même mode d'expérimentation, donner lieu à des spectres différents, selon que les tubes renferment de l'hydrogène, de l'oxygène ou de l'azote, à moins qu'il n'admette que ces spectres sont ceux de ces trois gaz.

» En terminant, je prierais M. Dubrunfaut de vouloir bien préciser les

causes d'erreur dont, suivant lui, seraient entachées mes expériences sur les gaz comprimés (p. 1248, note). Mais il ferait bien, peut-être, de les répéter d'abord, afin de vérifier les phénomènes que j'ai décrits; il lui suffira pour cela de conserver le mode d'expérimentation dont il a déjà fait usage, car c'est à très-peu près celui que j'ai employé moi-même et que j'ai décrit dans les *Annales de Poggendorff* (décembre 1868). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'alcool propylique normal au moyen de l'alcool éthylique.* Note de **M. A. Rossi**, présentée par M. Wurtz.

« La méthode dont je me suis servi pour passer de l'alcool éthylique à l'alcool propylique est celle qui m'avait permis autrefois à préparer l'alcool caproïque, et qui a fourni récemment à M. Lieben et moi l'alcool butylique normal, inconnu jusqu'alors. J'ai commencé par transformer l'alcool éthylique successivement en cyanure d'éthyle et en acide propionique; ensuite, j'ai préparé l'aldéhyde propionique par la méthode de Piria et de M. Limpricht, en soumettant à la distillation sèche un mélange de propionate et de formiate de chaux, et j'ai obtenu enfin l'alcool propylique par l'action de l'hydrogène naissant sur l'aldéhyde.

» Pour préparer le cyanure d'éthyle, on a chauffé du cyanure de potassium en poudre avec du chlorure d'éthyle dissous dans trois fois son poids d'alcool à 85 degrés, en tubes scellés, à la température de 100 à 105 degrés.

» Sans s'arrêter à purifier le cyanure d'éthyle, on a introduit de la potasse solide dans la solution alcoolique du cyanure d'éthyle, et on l'a fait bouillir jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus d'ammoniaque. Il est resté un résidu de propionate potassique, qu'on a séparé de l'alcool, et qui a fourni de l'acide propionique par la distillation avec de l'acide sulfurique étendu.

» *Aldéhyde propionique.* — Pour obtenir cette aldéhyde, on a soumis à la distillation sèche, par petites portions (10 à 15 grammes chaque fois), un mélange intime et sec de propionate et de formiate de chaux. Le produit distillé, desséché par le chlorure de calcium et soumis à la distillation fractionnée, a fourni trois cinquièmes de son poids en aldéhyde propionique pure, un peu d'aldéhyde butyrique et une substance bouillant entre 80 et 100 degrés, que je n'ai pas encore étudiée, mais qui paraît ne pas être une aldéhyde.

» L'aldéhyde propionique ainsi préparée est un liquide limpide, mobile, d'odeur suffocante, qui est soluble dans l'eau, mais cependant ne s'y dissout pas dans toutes les proportions. Sa composition, déduite de l'analyse,

répond à la formule C^3H^6O. Elle bout à 49°,50 sous la pression de 740 millimètres. Son poids spécifique est 0,804 à 17 degrés. Elle s'oxyde facilement à l'air et réduit le nitrate d'argent ammoniacal en produisant un dépôt miroitant d'argent métallique.

» Agitée avec une solution concentrée de bisulfite de soude, elle s'y dissout avec un dégagement notable de chaleur; la dissolution cependant ne dépose pas de cristaux, lors même qu'on la refroidit par un mélange réfrigérant. L'aldéhyde propionique s'altère profondément, lorsqu'on la chauffe avec de la potasse : elle devient visqueuse, sans toutefois se résinifier.

» *Alcool propylique.* — J'ai préparé cet alcool par l'action de l'hydrogène naissant sur l'aldéhyde. La meilleure manière d'effectuer cette transformation est celle que nous avons employée, M. Lieben et moi, pour transformer l'aldéhyde butyrique en alcool butylique. J'ai donc dissous l'aldéhyde dans quinze à vingt fois son poids d'eau, et j'y ai introduit successivement et par petites portions l'amalgame de sodium en même temps avec des quantités équivalentes d'acide sulfurique. Lorsque le liquide a perdu sa faculté de réduire le nitrate d'argent, la réaction est terminée, et l'on distille, afin d'éliminer le sulfate alcalin. Le produit distillé est une solution aqueuse d'alcool propylique, sur laquelle nagent quelques gouttes huileuses d'une substance insoluble dans l'eau, qu'on en sépare par filtration. On peut d'ailleurs éviter en grande partie la formation de cette substance huileuse en ne traitant que de petites quantités d'aldéhyde à la fois par l'hydrogène naissant.

» On extrait l'alcool propylique de sa solution dans l'eau au moyen de la distillation et du carbonate de potasse.

» En opérant ainsi, la perte totale de produit ne dépasse pas un tiers de la quantité théorique d'alcool calculée en partant de l'aldéhyde.

» L'alcool propylique ainsi préparé et desséché, d'abord par le carbonate de potasse fondu, ensuite par la distillation sur le sodium, est un liquide incolore, qui possède une forte odeur alcoolique, une saveur brûlante et qui se dissout dans l'eau dans toutes les proportions. Il bout à 96 ou 97 degrés, sous la pression de 743 millimètres. Sa densité est 0,8205 à zéro. L'analyse a conduit à la formule C^3H^8O.

» Oxydé par un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, cet alcool a fourni de l'acide propionique pur, dont on a analysé le sel d'argent.

» *Bromure de propyle.* — J'ai préparé cette substance en saturant l'alcool

propylique par l'acide bromhydrique et en chauffant ensuite ce liquide avec un volume égal d'une solution aqueuse concentrée d'acide bromhydrique à 100 ou 105 degrés, dans des tubes scellés. Le bromure de propyle pur est un liquide incolore, doué d'une odeur semblable à celle du bromure d'éthyle, inaltérable à la lumière et très-peu soluble dans l'eau. Il bout à 71 degrés, sous la pression de 749 millimètres. Son poids spécifique est 1,388 à zéro. Son analyse a donné des résultats correspondant exactement à la formule C^3H^7Br.

» *Iodure de propyle.* — On a obtenu ce composé en chauffant légèrement un mélange d'alcool propylique, d'iode et de phosphore rouge. Le produit constitue, à l'état pur, un liquide incolore, d'une odeur ressemblant à celle de l'iodure d'éthyle, insoluble dans l'eau et se colorant peu à peu par l'exposition à la lumière. Il bout à 102 degrés, sous la pression de 752 millimètres. Son poids spécifique est 1,782 à zéro. Sa composition, déduite de l'analyse, correspond à C^3H^7I.

» *Acétate de propyle.* — On prépare facilement ce corps en chauffant à 100 degrés, dans des tubes scellés, un mélange d'iodure de propyle et d'acétate d'argent. C'est une substance liquide, d'une odeur agréable, qui bout à 102 degrés, sous la pression de 750 millimètres, et dont le poids spécifique est 0,913 à zéro. Son analyse conduit à la formule $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^3H^7 \end{matrix}\right\} O$. Chauffé avec une solution concentrée de potasse caustique à 100 degrés, en vase clos, l'acétate de propyle se dédouble en acétate de potasse et alcool propylique.

» *Cyanure de propyle.* — J'ai obtenu ce composé par double décomposition, en chauffant, en tubes scellés, soit le bromure, soit l'iodure de propyle, avec une solution de cyanure potassique d'alcool, à 85 degrés. La quantité insuffisante de matière m'a empêché d'en étudier les propriétés. Toutefois, j'ai pu constater qu'en faisant bouillir le cyanure de propyle avec de la potasse, il se dégage de l'ammoniaque et il se forme de l'acide butyrique, qui paraît être identique en tout point avec l'acide de fermentation. En effet, non-seulement l'analyse d'un sel d'argent préparé au moyen de l'acide dérivant du cyanure de propyle a conduit à la formule du butyrate d'argent, mais on a pu démontrer, en outre, que le sel de calcium du même acide se prend en masse cristalline, lorsqu'on chauffe sa solution saturée à froid. Ce caractère, comme on sait, permet de distinguer l'acide butyrique de fermentation de l'acide isobutyrique.

» Les faits décrits dans cette Note démontrent avec certitude qu'en suivant le procédé indiqué on peut remonter de l'alcool éthylique à l'alcool

propylique normal. M. Siersch a donc été dans l'erreur lorsqu'il a assuré qu'on ne peut pas obtenir l'aldéhyde propionique en distillant un mélange de propionate et de formiate de chaux, et qu'en général la méthode fondée sur la transformation des acides gras en aldéhydes et des aldéhydes en alcools ne peut pas servir à la synthèse des alcools. Il y a, au contraire, tout lieu de croire que cette méthode est générale.

» Ces recherches ont été faites au Laboratoire de l'Université de Turin. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le passage des leucocytes au travers des parois des capillaires.* Note de **M. V. Feltz**, présentée par M. Robin.

« Le travail de M. Feltz a trait au passage des leucocytes ou globules blancs du sang à travers les parois vasculaires. M. Feltz résume d'abord succinctement la théorie de Cohnheim, qui est elle-même basée sur des données anatomiques et histologiques principalement dues à Recklinghausen. Cohnheim ne doute pas du passage des globules blancs par les *stomates*, dont il admet l'existence dans les parois vasculaires dans les cas d'inflammation, etc. M. Feltz combat la manière de voir de Cohnheim.

» 1° Sur le terrain expérimental, il a étudié la circulation dans le mésentère et la langue de la grenouille et sur le mésentère de la souris. Il conclut à une coarctation primitive des vaisseaux suivie d'une dilatation due à la perte temporaire de la contractilité des parois vasculaires. Malgré de minutieuses et nombreuses observations, il n'a jamais pu (en contradiction avec Cohnheim) voir des globules blancs s'insinuer dans des canalicules, dont on a admis l'existence, au travers des parois. Il n'a vu que des accumulations de leucocytes le long des parois internes et externes; mais il lui est impossible, de par l'observation directe, d'affirmer que les globules extravasculaires soient de provenance hématique immédiate.

» 2° L'auteur a démontré ensuite, par différents moyens (injections de substances colorées dans les systèmes sanguin et lymphatique, colorations des tissus artériels et veineux par le nitrate d'argent, préparations histologiques avec du papier photographique, etc.), que le passage des leucocytes est impossible, parce que les prétendus stomates épithéliaux et les prétendus canalicules conjonctifs n'existent pas ou du moins ne sont pas démontrés par les agents employés par Cohnheim et par Recklinghausen.

» 3° M. Feltz ne nie pas qu'il y ait autour des vaisseaux, dans les tissus enflammés, un grand nombre d'éléments semblables aux leucocytes; mais ne les voyant pas sortir des vaisseaux ni se former dans des éléments

préexistants, comme le voudrait la théorie de Virchow, il se demande si ces éléments ne se développeraient pas sur place dans les liquides d'exsudation. Avant de se prononcer sur la question de la génération, il a entrepris de nouvelles expériences, qu'il aura prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les mouvements des grains de chlorophylle dans les cellules végétales, sous l'influence de la lumière.* Note de **M. E. Roze**, présentée par M. Brongniart.

« Dans une Note toute récente (1), M. Prillieux a exposé les résultats affirmatifs de ses propres observations relativement aux mouvements des grains de chlorophylle, sous l'influence de la lumière, dans les cellules du *Funaria hygrometrica*. J'ai cherché à vérifier moi-même ce phénomène, qui me paraissait d'autant plus curieux, que les observateurs cités par M. Prillieux, et M. Prillieux lui-même, n'en donnaient aucune explication. On pouvait se demander, en effet, si les grains de chlorophylle, en glissant lentement sur la paroi cellulaire, se déplaçaient d'eux-mêmes ou s'ils obéissaient à une impulsion étrangère. Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre l'explication suivante.

» En observant des feuilles de ce *Funaria*, et surtout des feuilles adultes, sous des grossissements d'environ 500 à 600 diamètres, avec une lumière assez vive, j'ai remarqué qu'en outre des grains de chlorophylle tapissant les parois cellulaires, chaque cellule présente un *plasma* muqueux, transparent, en filaments très-ténus, dont les extrémités relient les uns aux autres tous les grains de chlorophylle. A l'aide de la chambre claire, j'ai constaté très-facilement qu'au bout d'une demi-heure ces filaments plasmatiques éprouvent déjà des déplacements sensibles, et qu'après une heure leur position est tout autre; enfin, que les grains de chlorophylle les accompagnent dans ce mouvement très-lent, de telle façon qu'ils semblent être une dépendance du plasma s'ils n'en sont une émanation directe.

» Par suite, il est fort probable que les mouvements des grains de chlorophylle observés sur d'autres plantes, par MM. Böhm, Famintzin et Borodine n'ont pas non plus d'autre cause qu'un mouvement plasmatique. On sait, en effet, que le plasma est la partie essentiellement vitale et animée de la cellule : il sera donc utile, dans les recherches qu'on pourra vouloir

(1) *Comptes rendus*, séance du 3 janvier 1870.

faire sur l'influence de la lumière, de constater à la fois son action sur la chlorophylle et sur le plasma.

» Du reste, dans son beau Mémoire sur la chlorophylle (1), M. Hugo Mohl ne disait-il pas déjà lui-même « que les grains de chlorophylle sont » constamment reliés au protoplasma qui se trouve dans la cellule ; qu'ils » sont, dans la plupart des cas, enfoncés dans une matière mucilagineuse, » transparente, avec laquelle, dans quelques circonstances, par exemple » dans la *Vallisneria* et le *Ceratophyllum demersum*, ils se meuvent en cou- » rants, mais d'un mouvement tellement lent qu'il les avait vus ne par- » courir en une seconde que $\frac{1}{21660}$ et $\frac{1}{24000}$ de ligne. »

» Seulement, nous savons aujourd'hui que ce mouvement paraît être le résultat d'une excitation spéciale, car il ressort des observations plus récemment faites sur ce sujet que ce mouvement est dû, sinon uniquement, du moins en grande partie, à l'influence de la lumière. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Valeur toxique de quelques produits du groupe phénique*. Note de **M. P. Guyot**. (Extrait.)

« *Conclusions*. — 1° L'acide phénique agit sur la peau et produit des accidents caractérisés par l'inflammation et la tuméfaction ;

» 2° L'action du phénol est lente lorsque la température est basse, elle est d'autant plus vive que la température est plus élevée ;

» 3° L'acide rosolique et la coralline purs ne sont pas vénéneux et n'agissent pas sur l'épiderme ; dans le cas contraire, ils sont toxiques ;

» 4° L'acide rosolique peut agir sur la peau, soit par l'acide sulfurique, soit par le phénol qu'il renferme, suivant le mode de préparation ;

» 5° La coralline préparée avec de l'acide rosolique impur et un excès d'ammoniaque est vénéneuse lorsqu'elle est introduite dans l'économie animale ; elle agit alors par l'aniline qu'elle contient ; elle n'agit aucunement sur la peau ;

» 6° Préparée comme dans les deux autres cas mentionnés ci-dessus, la coralline agit sur la peau par le phénol qu'elle renferme ;

» 7° L'acide rosolique actif peut être purifié au moyen de la benzine. »

M. J. Rouby adresse la description et le dessin d'une « Source artificielle minérale ».

---

(1) *Botanische Zeitung*, des 9 et 16 février 1855 (*Ann. des Sc. nat.*, 4e série, t. VI, p. 139).

M. H. Anez adresse, de Tarascon, une Note concernant le développement et les mœurs du *Phylloxera vastatrix*.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Milne Edwards.

« **M. Brongniart** appelle l'attention de l'Académie sur le premier volume de la *Flore Vogeso-Rhénane*, par M. Kirschleger, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Strasbourg, que la mort a frappé avant que cet ouvrage fût complétement publié.

» Cette *Flore* peut être considérée comme une seconde édition de la *Flore d'Alsace*, du même savant, ouvrage qui s'est fait remarquer par de bonnes observations propres à l'auteur et par des études intéressantes sur la distribution géographique des plantes de cette région, que la nouvelle *Flore Vogeso-Rhénane* reproduira sans doute. »

M. Chevreul fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Reiset*, d'un volume portant pour titre : « Milon. — Sa vie, ses travaux de chimie et ses études économiques et agricoles sur l'Algérie ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son doyen **M. Becquerel**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante par suite du décès de *M. Forbes*:

En première ligne	**M. Kirchhoff**, à Heidelberg.
En seconde ligne et par ordre alphabétique	**M. Angström**, à Upsal. **M. Billet**, à Dijon. **M. Dove**, à Berlin. **M. Grove**, à Londres. **M. Henry**, à Philadelphie. **M. Jacobi**, à Saint-Pétersbourg. **M. Joule**, à Manchester. **M. Lloyd**, à Dublin. **M. Riess**, à Berlin. **M. Stockes**, à Cambridge. **M. W. Thomson**, à Glascow. **M. Tyndall**, à Londres. **M. Volpicelli**, à Rome.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

ERRATA.

(Séance du 10 janvier 1870.)

Page 77, ligne 16, *au lieu de* était devenu 40, *lisez* était devenu 50.

Page 77, ligne 18, *au lieu de* $\frac{1}{40}$, *lisez* $\frac{1}{50}$.

Page 96, lignes 15 et 16, formules 1° et 2°, *au lieu de* Aq, *lisez partout* Ag.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Note relative au dépôt de nickel sur les métaux; par* MM. BECQUEREL.

« M. Gaiffe, dans une Lettre adressée à l'Académie dans sa dernière séance, et relative au dépôt de nickel sur différents métaux, au moyen de la méthode de M. Isaac Adams, de Boston, a annoncé que de faibles quantités de soude ou de potasse dans le bain sont nuisibles au dépôt et déterminent, non plus un dépôt de nickel pur, mais, sur la pièce qui représente l'électrode négative, du peroxyde de même métal, qui altère rapidement le bain.

» Il ajoute que des bains préparés avec des chlorures ou sulfates doubles de nickel et d'ammoniaque parfaitement purs donnent d'excellents résultats.

» MM. Becquerel ont fait remarquer, dans la dernière séance, que cette méthode était semblable à celle qu'ils avaient donnée (1), et que le double sulfate de nickel et d'ammoniaque avait été employé par eux pour le même usage, il y a huit ans, et qu'en outre, ils s'étaient servis avec succès des

(1) *Comptes rendus*, t. LV, p. 18, et t. LXX, p. 124.

doubles sels de nickel et de potassium ou de sodium additionnés d'ammoniaque.

» Ayant répété leurs expériences depuis la dernière séance, ils ont constaté de nouveau que la présence de la potasse ne nuit nullement au dépôt de nickel, attendu que des bains doubles de sulfate de potasse, ou d'ammoniaque et de nickel, additionnés d'ammoniaque afin de neutraliser l'acide sulfurique devenu libre lors de la décomposition du sulfate de nickel, dans le cas où l'on n'emploie pas d'électrode positive en nickel, donnent d'excellents résultats, comme le prouvent les pièces qu'ils mettent sous les yeux de l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu *M. Forbes*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Kirchhoff obtient	40	suffrages.
M. Lloyd	1	»
M. W. Thomson	1	»

M. KIRCHHOFF, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'influence qu'exerce la digue de Pinay sur les crues de la Loire à Roanne.* Mémoire de M. GRAEFF, présenté par M. le général Morin. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Dalmont.)

« Il existe entre Feurs et Roanne, à 7 kilomètres environ en aval de Balbigny, sur la Loire, une digue de 17 mètres de hauteur en maçonnerie, qui barre le fleuve et ne lui laisse qu'un étroit pertuis de $19^{m},70$ d'ouverture. Ce rétrécissement a pour effet de refouler les eaux lors des crues et de faire, de la plaine du Forez comprise entre le pont de Feurs et la digue, un vaste réservoir. Ce travail a été édifié, dans le siècle de Louis XIV, par un ingénieur du nom de Mathieu, *afin de retarder les crues de la Loire en aval, et d'en réduire les hauteurs.*

» M. Boulangé, ingénieur en chef du département de la Loire, avait

publié, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* de 1848, un article dans lequel il cherchait à établir toute l'influence qu'avait eue la digue de Pinay sur l'atténuation de la grande crue de 1846, à Roanne. Cet article a été attaqué en 1858 par M. Dupuit, inspecteur général des Ponts et Chaussées, dans une brochure dans laquelle il a cherché à démontrer que l'influence de la digue de Pinay sur les crues devait être à peu près insignifiante, et qu'elle devait être attribuée tout entière à l'étranglement naturel dans lequel est construite la digue. M. Graeff eut, comme ingénieur en chef du département de la Loire, l'occasion d'étudier aussi cette question, et le Mémoire qu'il présente aujourd'hui a pour but d'établir plus exactement l'action de la digue de Pinay, au pertuis de laquelle le système de calcul employé par M. Dupuit ne lui paraît pas applicable. M. Graeff a, pour calculer l'effet de la digue, appliqué les principes qu'il a déjà exposés dans un Mémoire sur la théorie des réservoirs à niveau variable, dont l'Académie a, dans sa séance du 14 décembre 1868, autorisé l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*, et il est arrivé, en définitive, à ce résultat : que l'action de la digue de Pinay est d'abaisser de $0^m,60$ la hauteur qu'aurait prise à Roanne la crue de 1866 sans l'existence de la digue, et d'au moins 1 mètre celle de la crue de 1846, la plus grande crue connue de cette partie de la Loire.

» Les calculs du Mémoire ont été faits au moyen des courbes des débits de la Loire aux ponts de Feurs et de Roanne, et, dans une Note jointe à son Mémoire, M. Graeff indique tout le parti que l'on peut tirer des courbes des débits, dans la question du jaugeage des rivières, et il analyse les caractères généraux que présentent ces courbes et celles des vitesses, pour tous les cours d'eau.

» Le Mémoire donne aussi quelques détails archéologiques sur la digue de Pinay, dont les deux branches sont fondées sur une culée et une pile en maçonnerie d'un ancien pont romain en charpente, qui, pendant le moyen âge, a encore été l'une des principales communications dans cette région de la Loire. M. Graeff montre comment, emporté et reconstruit plusieurs fois, ce pont a été supprimé au commencement du XVIIIe siècle par la construction du pertuis de Pinay. Ce pertuis lui-même a été réparé en 1869 sur un projet présenté par M. Graeff, pendant qu'il était ingénieur en chef du département de la Loire, et on y a rétabli, sur la demande des communes voisines, un tablier en charpente reconstituant l'ancienne communication romaine.

» M. Graeff a ajouté à son Mémoire des notes sur l'origine et le projet

de la digue de Pinay et une Notice biographique sur l'ingénieur du siècle de Louis XIV, qui a eu, le premier, l'idée pratique de réduire les crues des rivières par l'établissement de réservoirs. »

M. le général Morin, en présentant à l'Académie le Mémoire qui précède, ajoute les remarques suivantes :

« Les études de M. Graeff et les documents historiques fort intéressants qu'il y a joints montrent que, déjà en 1711, les ingénieurs hydrauliciens du règne de Louis XIV avaient reconnu et signalé l'importance des grands réservoirs de retenue pour modérer les crues des fleuves, et celles de la Loire en particulier.

» L'observation des faits et la logique naturelle les avaient conduits, dès cette époque, à des conclusions plus exactes que celles que l'on imposait trop souvent, il y a encore peu d'années, à la solution des grandes questions de travaux publics, en se basant sur des raisonnements et sur des calculs en apparence fort savants, mais qui n'avaient pour fondements que des hypothèses peu d'accord avec la vérité des phénomènes.

» Le travail de M. Graeff fournit un exemple remarquable du parti que les ingénieurs actuels, plus circonspects que quelques-uns de leurs devanciers, savent tirer du concours de l'observation et de la science du calcul. »

MINÉRALOGIE. — *Découverte du diamant à Dlaschkowitz (Bohême).* Extrait d'une Lettre de M. A. Schafaritz à M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« J'ai l'honneur de vous annoncer la découverte du diamant en Bohême, dans le sable pyropifère de Dlaschkowitz, domaine de M. le comte de Schönborn, situé à 60 kilomètres nord-ouest de Prague, entre la rivière Eger et le massif basaltique du Mittelgebirge. Ces mines, exploitées depuis longtemps et décrites par M. le professeur A.-E. Reuss, en 1840, dans le premier volume de ses *Esquisses géologiques de la Bohême* (p. 273-277), consistent en trois larges bassins plats (le plus grand a presque 10 kilomètres carrés), légèrement enfoncés dans les couches du calcaire crétacé (plänerkalk), et contenant, sous une faible couche de sol arable et d'argile, un lit épais (2 à 4 mètres) de gravier. Ce gravier est composé de débris fortement altérés de basalte, de gneiss, de psammite et de plänerkalk; il doit son origine sans doute au soulèvement peut-être sous-marin des cônes pittores-

ques du Mittelgebirge, au milieu des couches horizontales du terrain crétacé et des autres terrains cachés au-dessous de ce dernier. Le gravier contient une forte proportion de gros sable quartzeux, riche en grains et cristaux roulés de diverses pierres précieuses, parmi lesquelles dominent le pyrope (grenat de Bohême, à base de chrome oxydulé, d'après M. Moberg) et le zircon; en outre, on trouve du spinelle rose et noir, du corindon hyalin bleuâtre, des chrysolite, tourmaline, cyanite, pyroxène, amphibole, etc. Le sable est extrait pour en séparer le pyrope, par lavage et triage; les autres pierres sont négligées, comme trop petites et impures. Cependant Mme la comtesse de Schönborn en fait conserver et tailler les meilleurs échantillons, pour en composer des bijoux dont elle se sert comme souvenirs de Bohême pour des personnages distingués. Il y a quelques semaines que les ouvriers, parmi toutes ces pierres, en trouvèrent une qui, au lieu d'être rodée par l'émeri, attaqua elle-même vivement la roue. Son lustre suggéra l'idée que c'était peut-être du diamant.

» Elle fut envoyée à Prague et confiée à mon collègue M. Krejci, professeur de minéralogie à l'École Polytechnique, qui, ne disposant pas de tous les instruments nécessaires, et trop absorbé par les graves travaux de l'exploration scientifique de la Bohême, dont il est géologue en chef, me pria d'entreprendre moi-même cette recherche. Je m'empresse de le remercier pour cette offre généreuse. Avant de faire l'essai chimique de la pierre, je fis une étude de ses propriétés physiques, qui suffit pour rendre superflue l'analyse, et prouver que c'est du diamant. J'ai constaté ce fait le matin du 13 janvier; le soir du 14, j'en ai fait l'annonce dans la Section des Sciences naturelles de notre Musée national.

» Le premier diamant trouvé en Bohême est de forme irrégulière, approchant d'un cube ou peut-être d'un dodécaèdre rhomboïdal tout à fait tronqué; son diamètre est de $2^{mm},5$ à 4 millimètres, suivant la direction; son poids, de 57 milligrammes exactement. Dans l'eau il perd (en moyenne de deux pesées) $16^{mg},2$ de son poids apparent, d'où la densité $= 3,52$, exactement égale au chiffre normal du diamant, d'après Mohs. La surface est rugueuse, mais miroitante; une des faces porte un profond sillon, formé de deux plans inclinés l'un sur l'autre d'environ 90 degrés, ce qui porterait à croire que c'est une macle; une autre face porte plusieurs empreintes polygonales profondes, à faces planes miroitantes, provenant sans doute des cristaux voisins de notre pierre pendant qu'elle se formait; une de ces cavités, très-étroite et très-profonde, a une section rhomboïdale. J'ai trouvé les angles de ce rhomboïde, sous un fort microscope, de 71 et 109 degrés; c'est,

comme on voit, l'angle des arêtes de l'octaèdre et son complément. Sous un grossissement de 100 diamètres, on voit les faces (surtout la plus nette d'elles, qui rappelle beaucoup celle du dodécaèdre) recouvertes d'innombrables stries parallèles (arêtes des cristaux soudés ensemble en position parallèle), mêlées çà et là de cavités trigonales à faces échelonnées, et de facettes trigonales légèrement saillantes, parfaitement tranchées et d'un lustre adamantin vraiment remarquable. Toutes ces facettes éparses, dont quelques-unes atteignent $0^{mm},2$, sont disposées parallèlement. Je n'ai pu découvrir dans l'intérieur aucune de ces cavités ou parcelles étrangères si fréquentes, d'après feu sir David Brewster, quoique la matière de la pierre, d'un jaune pâle verdâtre, paraisse parfaitement limpide; mais la surface est trop inégale pour voir l'intérieur de la pierre à l'aide du microscope, même en la plongeant dans l'essence de térébenthine. Il est bien remarquable que, en frottant la pierre de Dlaschkowitz contre un beau dodécaèdre (couleur cannelle) de diamant indien, je n'ai pu observer d'usure sur aucune des deux pierres, pendant qu'un petit diamant du Brésil, très-aigu, par lequel j'essayais à toute force de rayer notre pierre, perdit complétement sa pointe, sans que le microscope ait révélé la moindre égratignure sur la pierre de Bohême. M. Lenoir, à Vienne, m'a dit, il y a dix ans, en me vendant mon diamant, que les verriers se servent de préférence du diamant des Indes pour couper le verre, parce qu'il est réputé plus dur que celui du Brésil. J'ajoute que la pierre de Dlaschkowitz acquiert une charge d'électricité positive assez forte par frottement contre une étoffe de laine; que, chauffée à 150 degrés dans l'obscurité, elle ne m'a pas donné de trace de phosphorescence, propriété qui a bien pu être détruite pendant qu'on mastiquait la pierre, à la cire d'Espagne brûlante, pour la tailler; enfin, qu'entre des nicols croisés elle donne des couleurs franches, propriété anormale, qui fut cependant retrouvée dans la plupart des diamants examinés par sir D. Brewster, pendant l'étude du Kohinour. Un beau petit diamant vert du Brésil, soumis à la même épreuve, m'a donné au polariscope des couleurs bien plus vives que la pierre de Dlaschkowitz.

» La découverte faite à Dlaschkowitz me paraît importante, non-seulement parce qu'elle est la première vraiment européenne (vu la position exceptionnelle des mines de l'Oural et vu les doutes sérieux qui s'attachent aux prétendues découvertes de diamant en Irlande et en Espagne), mais plutôt encore au point de vue géologique. Jusqu'à présent le diamant n'a été trouvé que dans des terrains presque identiques partout et caractérisés à la fois par leur horizon géologique, intermédiaire entre les plus

anciennes formations sédimentaires et les roches primitives, et par l'association du diamant avec l'or et le platine. Ici rien de pareil, point d'or, point de platine, et le terrain d'un côté plutonique, de l'autre côté sédimentaire, relativement récent. Presque toutes les pierres qui accompagnent le pyrope de Dlaschkowitz, Podsedlitz et Triblitz se trouvent en divers endroits de Bohême dans leur gangue de basalte; mais je ne vois pas de raison *à priori* pour que le basalte ne puisse contenir du diamant. L'hypothèse de l'origine organique du diamant, appuyée sur la grande autorité de Brewster, Liebig et d'autres grands observateurs, m'a toujours paru offrir moins de difficultés que toute autre; mais l'hypothèse n'est rien en face d'un fait. Du moins il n'est pas prouvé qu'à la fusion du basalte le diamant dût être brûlé. Du reste le champ de recherche est si limité dans le bassin de l'Eger, qu'une recherche rigoureuse pourra sans doute assigner positivement l'origine de la pierre de Dlaschkowitz. D'après les récits que j'ai pu recueillir, nos sables pyropifères me paraissent offrir beaucoup d'analogie avec les sables zirconifères d'Expailly, près du massif basaltique de l'Auvergne; il serait bien remarquable qu'on y trouvât du diamant parmi les zircons et les corindons du Velay.

» Vu le scepticisme, bien légitime à vrai dire, de notre siècle, il n'y aura pas lieu de s'étonner, si des doutes sur la pierre de Dlaschkowitz viennent à être émis. Après le récit donné ci-dessus, j'espère qu'ils laisseront de côté la nature de la pierre, et qu'ils se contenteront d'attaquer sa provenance. A cet égard, je suis bien tranquille; on se souvient qu'aussitôt après la découverte des diamants dans l'Oural, M. de Humboldt n'étant même pas de retour, des bruits couraient que c'étaient des diamants du Brésil, taillés, qu'on aurait achetés à Moscou pour les mêler au sable. D'après un Rapport de M. Zerrenner, fait en 1851, l'on a extrait entre 1829 et 1847, en quatre divers endroits, soixante-quatre cristaux divers, et M. Parrot en a vu, en 1832, chez la comtesse Polier, une collection de vingt-neuf, provenant du seul ravin d'Adolfskoye, dans son domaine de Krestowzdwijensk. Les échantillons de notre sable pyropifère sont fort répandus dans nos collections; l'attention une fois éveillée, ils seront examinés par des yeux exercés, et tôt ou tard on découvrira d'autres spécimens : ils seront rares sans doute, autrement la découverte ne se serait pas fait attendre si longtemps. Pour moi, je n'ai rien trouvé dans mes échantillons. »

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux;* *par* M. LECOQ DE BOISBAUDRAN. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« 1. J'ai supposé que les molécules lumineuses possédaient des inégalités, causes premières de la formation des spectres (1); cela n'implique pas que ces molécules soient des solides munis d'aspérités; on peut admettre qu'elles consistent en des systèmes dont les éléments sont mobiles et où les passages de ces éléments (atomes mécaniques constituants) par des directions déterminées représentent les inégalités.

» 2. Les orbites intra-moléculaires des atomes peuvent être supposées excentriques, au même titre que les orbites parcourues par l'ensemble de la molécule; d'où vitesses variables des atomes et différences d'intensité entre les raies formées à l'aphélie ou au périhélie intra-moléculaires (2). Ce ne serait plus le passage d'une inégalité par une direction fixe qui produirait une onde, mais la coïncidence des vitesses dans les diverses orbites.

» 3. S'il y a coïncidence entre les vitesses d'un atome sur les orbites de divers ordres lorsque les périhélies de ces orbites sont voisins, l'onde émise sera la plus vive possible. La coïncidence des vitesses et la superposition des périhélies n'auront pas nécessairement lieu au périhélie principal même (3); il pourra arriver que, pour un des côtés de ce point, la coïncidence des vitesses ait lieu lorsque l'atome sera à son aphélie intra-moléculaire et non à son périhélie; il ne se formera dans cette région que peu ou point de lumière. Si les phases ne sont pas distribuées symétriquement par rapport au périhélie principal, les groupes élémentaires ne se superposeront plus deux à deux. Ce double effet s'observe dans le spectre du rubidium, dont le groupe orangé se compose de quatre raies et paraît résulter de la juxtaposition de deux couples de raies.

---

(1) *Comptes rendus;* août 1869, p. 448.

(2) On simplifierait la composition de la molécule lumineuse en supposant que les orbites intra-moléculaires, au lieu d'être parcourues simultanément par plusieurs atomes, le sont successivement par un seul, dont l'orbite subirait des déplacements périodiques et passerait par des positions dont l'ensemble représenterait ce que nous avions nommé *molécule lumineuse*. L'atome mécanique qui, au point de vue de la formation de la lumière, agirait comme un tout pourrait consister lui-même en un système d'atomes d'ordre inférieur, gravitant les uns autour des autres, mais ne concourant pas individuellement à la production de la lumière.

(3) Périhélie de l'orbite parcourue par le système que nous appelons *molécule lumineuse*.

» 4. L'analogie des spectres du rubidium et du potassium rend probable une même origine mécanique pour leurs raies correspondantes; il devrait y avoir dans le groupe jaune du potassium quatre raies et non trois (1). En augmentant l'intensité de la source lumineuse et diminuant la longueur de la fente, j'ai dédoublé la raie 580,1 en deux autres, dont la plus réfrangible est de beaucoup la plus intense. L'écartement des deux raies est *à peu près* $1\frac{1}{3}$ fois celui des deux raies du sodium.

» 5. Le spectre du cœsium contient aussi un double groupe, que je considère comme correspondant aux doubles groupes du rubidium et du potassium.

» 6. Puisque les trois groupes de quatre raies paraissent se correspondre exactement dans le potassium, le rubidium et le cœsium, l'augmentation de longueur d'onde des centres des groupes correspondants est proportionnelle à l'accroissement des poids atomiques.

» En passant du potassium au rubidium, puis au cœsium, l'écartement des raies de chaque couple et l'écartement des deux couples du groupe croissent rapidement; cette déformation exige que les comparaisons numériques soient faites entre les centres et non entre les raies homologues des groupes.

» 7. J'avais précédemment remarqué entre les longueurs d'onde des raies des chlorures de strontium et de calcium l'existence d'un coefficient croissant assez régulièrement à mesure qu'on s'avançait vers le violet; cela tient à ce que les spectres du chlorure de strontium et du chlorure de calcium offrent entre leurs raies correspondantes une différence de longueur d'onde dont la valeur ne s'éloigne pas beaucoup d'être constante.

» La même différence sensiblement constante se retrouve entre quelques autres raies moins intenses. Il y a dans le chlorure de strontium (2) des raies (faibles en général) dont on ne retrouve pas les homologues dans le chlorure de calcium et *vice versâ;* en variant les conditions expérimentales, on réussira peut-être à les observer.

» 8. On ne peut pas comparer raie par raie les spectres des chlorures de baryum, de strontium et de calcium avec excès d'acide chlorhydrique, à cause des anomalies particulières qu'offre le spectre du chlorure de baryum (*Comptes rendus;* septembre 1869, p. 663); mais si l'on met en regard les

(1) M. Thalen ne note aussi que trois raies dans le groupe jaune du potassium.

(2) Surtout dans le spectre électrique.

centres de gravité des spectres, on trouve que, pour ces trois sels, l'augmentation de longueur d'onde, due au changement du métal, paraît donc être proportionnelle à l'accroissement des poids moléculaires. »

PHYSIQUE. — *De la congélation de l'eau et des solutions gazeuses saturées ou non saturées.* Note de M. A. BARTHÉLEMY. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Regnault, H. Sainte-Claire Deville.)

« J'avais remarqué souvent que la glace couverte de paille présentait, lorsqu'on la découvrait, des bosses et des aspérités qui n'avaient point de causes apparentes. Pour suivre de plus près le phénomène, j'ai laissé de l'eau se congeler à la surface dans un tonneau dressé et dépourvu de sa base supérieure : j'ai recouvert ensuite la moitié de la surface avec une planche épaisse. Au bout de quatre jours, pendant lesquels la température était restée constamment au-dessous de zéro, et était descendue pendant la nuit à — 10 et à — 12 degrés, la planche était soulevée, et la glace présentait, au-dessous d'elle, une élévation de deux ou trois centimètres par rapport au niveau de la moitié qui était restée à l'air libre. Enfin une certaine quantité de liquide s'était épanchée, en se congelant, le long des parois latérales externes du tonneau. Ce fait s'explique, je crois, par un plus grand refroidissement de la partie libre : le noyau liquide avait été poussé par la congélation vers la région la plus abritée, sous la planche; là, ce noyau de plus en plus comprimé a dû soulever la glace, pour se faire enfin jour au dehors. Ces variations de surface, ces bossellements d'un niveau primitivement horizontal, sont une preuve de la plasticité de la glace.

» ..... J'ai exposé au refroidissement extérieur trois flacons; le premier contenait une solution saturée d'acide carbonique à la pression ordinaire, qui ne remplissait que les deux tiers du flacon; le second était plein d'eau ordinaire; le troisième était rempli d'eau distillée récemment bouillie.

» Le premier s'est recouvert d'une glace poreuse stratifiée que j'ai déjà signalée; puis, lorsque le goulot a été rempli, le vase s'est brisé, avec projection des morceaux : ici, la force expansive de la glace n'a joué qu'un rôle secondaire, puisque l'espace libre supérieur était de plus du tiers du volume liquide. Le flacon plein d'eau ordinaire s'est brisé, en un point où la glace était pleine de bulles d'air. Enfin, dans le troisième, l'eau distillée congelée n'avait point vaincu la résistance du vase. En général, les vases contenant de l'eau distillée ne se brisent que lorsqu'ils sont exacte-

ment pleins d'eau, ou lorsque le goulot est trop étroit pour permettre à la glace de remplir sa capacité en vertu de sa plasticité.

» Il semble d'ailleurs qu'il s'établit un équilibre instable ou une sursaturation avant le dégagement du gaz. Un flacon, rempli à moitié d'eau très-légèrement chargée d'acide carbonique, avait été bien bouché et soumis à la congélation : en débouchant le flacon pendant qu'il restait encore un noyau liquide, on a entendu d'abord une petite explosion, due au gaz dégagé au-dessus de la glace ; puis, une seconde, plus forte, s'est produite pendant que la surface de la glace se brisait, donnant issue au gaz dissous dans le noyau liquide qui se dégageait avec effervescence.

» En résumé il résulte, je crois, de ces expériences, que la prétendue force explosive de la glace, peu d'accord avec sa plasticité, s'explique surtout par la tension du noyau liquide intérieur comprimé, tension qui s'augmente de la force élastique des gaz dissous dont ce noyau se sature de plus en plus. »

CHIMIE. — *Théorie générale de l'action chimique; préparation de l'oxy-ammoniaque.* Note de **M. E.-J. Maumené.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Les faits intéressants dont M. H. Sainte-Claire Deville et M. Fremy viennent d'entretenir l'Académie, dans les séances du 3 et du 10 janvier, m'engagent à publier quelques faits que j'ai observés depuis longtemps déjà, mais dont je réservais la publication, d'abord par égard pour M. Lossen, à qui nous devons la découverte si importante de l'oxy-ammoniaque, et ensuite pour achever une étude de plusieurs combinaisons de ce corps et de quelques composés qui s'y rattachent.

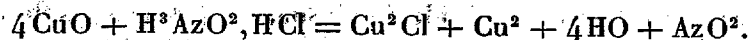
» M. Lossen a obtenu l'oxy-ammoniaque en faisant agir l'éther azotique de l'esprit de bois sur l'hydrogène *naissant* formé par l'acide chlorhydrique $(D = 1,12)$ et l'étain.

» Ma théorie permet de préciser d'une manière si nette l'état où se trouve réellement l'hydrogène quand un métal détermine son action sur un liquide (l'éther en question, par exemple), elle montre si clairement que l'hydrogène agit sans sortir de l'*état liquide* où il existe dans l'acide chlorhydrique employé, et par conséquent comment son action diffère de celle de l'hydrogène *gazeux*, que j'ai pu calculer d'avance la formation de l'oxy-ammoniaque avec des azotates métalliques au lieu de l'éther azotate méthylique.

» On réussit parfaitement avec les azotates de potasse, de soude, et surtout d'ammoniaque; la réduction de l'acide azotique a lieu par l'acide chlorhydrique et l'étain sous une influence très-analogue à celles dont M. H. Sainte-Claire Deville ou M. Fremy s'occupent, et on me permettra, je l'espère, de dire ce que j'ai observé.

» 200 grammes d'azotate d'ammoniaque peuvent être employés dans une seule opération avec 2170 grammes d'acide chlorhydrique ($D = 1,12$) et 552 grammes d'étain, qu'il est bon d'ajouter en plusieurs fois, trois ou quatre par exemple. Il ne faut pas laisser élever la température, car on perdrait tout le produit cherché. Aussitôt que le liquide s'échauffe, on s'en rend maître dans un courant d'eau, jusqu'à ce que le premier quart du métal soit dissous. On ajoute ensuite les autres quarts; il se produit moins de chaleur; on peut, en général, ne plus refroidir, et on achève la préparation comme M. Lossen l'a indiqué pour le cas de l'éther (acide sulfhydrique, alcool, addition de quelques gouttes de chlorure de platine, etc.).

» On obtient ainsi des cristaux prismatiques courts, très-aplatis, formant des « tables hexagonales irrégulières » (Lossen), et accolés souvent comme certaines cristallisations d'azotate de potasse. Ces cristaux, solubles dans l'alcool absolu, ne donnent aucun précipité avec le chlorure de platine, mais un sel cristallisé, un peu déliquescent. Ces cristaux ne sont pas des octaèdres, mais des prismes courts, clinorhombiques (?); ils contiennent 52,6 pour 100 d'acide chlorhydrique. Enfin, broyés avec de l'oxyde de cuivre, ils donnent un dégagement de bioxyde d'azote, comme l'a observé M. Lossen. Ma théorie montre que $7\,CuO$ peuvent agir sur $1\,H^3AzO^2,HCl$. A froid, $4\,CuO$ seuls exercent leur action et donnent



$$4\,CuO + H^3AzO^2,HCl = Cu^2Cl + Cu^2 + 4\,HO + AzO^2.$$

» L'azotate est une combinaison très-difficile à obtenir cristallisée. Une solution de chlorhydrate pur, traitée par l'azotate d'argent, avec un manquant léger de ce sel, filtrée, donne une liqueur que l'évaporation concentre en un sirop : ce sel est important, parce qu'il prend naissance, dans un grand nombre de cas, jusqu'ici peu connus, de la réduction des azotates. Il fournit, à une température très-peu élevée, un peu plus de 110 degrés, comme l'a observé M. Lossen, un dégagement de bioxyde d'azote, dégagement qui a lieu, non pas d'après la formule



$$AzO^5,H^3AzO^2,HO = 4\,HO + 2\,AzO^2$$

que donne l'auteur, mais d'après la formule de ma théorie



$$5\,AzO^5,H^3AzO^2,HO = 3\,AzO^5,H^3AzHO + 2\,AzO^5(HO)^4 + 2\,AzO^2.$$

» La réduction des azotates peut offrir d'autres produits. Ainsi, dans un grand nombre de cas, ceux de la formation des azotites, on peut observer la production d'un corps voisin de l'oxy-ammoniaque, et c'est ce qui est arrivé très-probablement à M. Fremy. La solution d'azotite de soude, traitée par l'amalgame de sodium, peut fournir un corps AzO^3H^2 très-réducteur, comme on le comprend. Ce corps existe en abondance dans une liqueur formée de 1 partie d'azotite et 2 d'eau ($D = 1,22$) lorsqu'on la traite par l'amalgame $10\,Hg + Na$. Une solution d'azotite très-étendue ($D = 1,087$), traitée par un amalgame plus riche, $4\,Hg + Na$, ne produit que H^3Az.

» Ma théorie m'a conduit à une découverte analogue, que j'ai faite depuis près de deux ans, et que j'aurais voulu compléter plus tôt. On peut obtenir H^2Az et HAz, dans un grand nombre d'actions qui se rattachent à celles dont je parle.

» H^2Az est un corps qui s'unit aux acides et donne des sels bien plus stables qu'on ne le croirait. J'ai la conviction que ces sels ont été confondus souvent avec les sels ammoniacaux. Je puis affirmer que, ma théorie m'ayant indiqué l'action de l'eau bromée sur l'ammoniaque étendue comme donnant HBr, H^2Az, j'ai fait l'expérience suivante. De l'ammoniaque au dixième a été refroidie à zéro et mise en mouvement très-rapide; j'y ai fait tomber un filet d'eau bromée, pareillement refroidie : *aucun dégagement d'azote n'a eu lieu.* J'ai commencé l'étude du sel contenu dans le liquide, et les résultats sont de nature à intéresser l'Académie; j'aurai l'honneur de les lui soumettre, je l'espère, assez prochainement. »

M. A. Mignot adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un travail sur la guérison d'une pseudarthrose du fémur par la marche et l'exercice du membre fracturé. L'auteur indique, dans une Note manuscrite, les points sur lesquels il croit pouvoir attirer l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. J.-R. Mayer, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Directeur général des Douanes adresse, pour la bibliothèque de

l'Institut, le tableau général du commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères pendant l'année 1868.

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie, au nom de M. le Maréchal Vaillant, une Note de *M. Bellotti* extraite des *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles* et ayant pour titre « Applications de la méthode de M. Pasteur pour la reproduction des graines indigènes de vers à soie ». M. le Secrétaire perpétuel donne lecture du passage suivant de cette Note :

« La méthode suggérée, pour la première fois, par M. Pasteur, pour la reproduction de la semence saine de ver à soie, est la seule, parmi toutes celles qui ont été proposées jusqu'à ce jour, qui puisse sauver notre précieuse race de cocons jaunes, et faire revenir la sériciculture en Europe au degré de prospérité qui la distinguait avant l'existence de la maladie actuelle. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : « L'année scientifique et industrielle », de *M. L. Figuier* (14e année, 1869) ; « la Connaissance pratique du cheval », par *M. Vial* ; « Les oiseaux utiles et les oiseaux nuisibles », par *M. de la Blanchère* ; « le Dictionnaire vétérinaire », de *MM. Barral et Félizet* ; « Les prairies et les plantes fourragères », par *M. Vianne*.

MÉCANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la Mécanique* (troisième partie). Note de M. **Piarron de Mondesir**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 8. Applications de la formule générale des mouvements vibratoires aux cordes flexibles et aux verges élastiques. — 1° *Vibrations transversales des cordes.* — Soient Q la tension de la corde, λ la longueur de *la corde tendue*, h sa flèche, on trouve

$$E_1 = \frac{2Qh^2}{\lambda}, \quad e_1 = \frac{h}{2}, \quad A = \frac{8Q}{\lambda};$$

ce qui donne, p étant le poids de la corde vibrante,

$$N = \frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{gQ}{p\lambda}}. \qquad (1)$$

» 2° *Vibrations longitudinales des cordes.* — Soient l la longueur de la *corde non tendue*, K le poids capable de doubler cette longueur, ε l'allonge-

ment ou le raccourcissement maximum de la corde dû au mouvement vibratoire. On trouve

$$E_1 = \frac{2K\varepsilon^2}{l}, \quad e_1 = \frac{\varepsilon}{2}, \quad A = \frac{8K}{l};$$

ce qui donne, p étant toujours le poids de la corde vibrante,

$$(2) \qquad N = \frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{gK}{pl}}.$$

» 3° *Vibrations longitudinales des verges élastiques.* — Il y a trois cas possibles, suivant que la verge est encastrée à ses deux bouts, encastrée à un bout et libre à l'autre, libre à ses deux bouts. Il suffit de traiter le premier cas; les deux autres s'en déduisent.

» Soient l la longueur de la verge, ε l'allongement ou le raccourcissement maximum dû au mouvement vibratoire, K le poids capable de doubler la longueur de la verge, p' le poids par mètre courant de la verge. On trouve, pour le premier cas,

$$E_1 = K\frac{\varepsilon^2}{2l}, \quad e_1 = \frac{\varepsilon}{2}, \quad A = \frac{2K}{l};$$

ce qui donne

$$(3) \qquad N = \frac{1}{\pi l}\sqrt{\frac{gK}{p'}}.$$

» Pour les deuxième et troisième cas, on a

$$(4) \qquad N = \frac{2}{\pi l}\sqrt{\frac{gK}{p'}}.$$

» 4° *Vibrations transversales des verges élastiques.* — Il y a six cas possibles : 1° verge encastrée à ses deux bouts; 2° verge encastrée à un bout et fixée à l'autre; 3° verge encastrée à un bout et libre à l'autre; 4° verge fixée à ses deux bouts; 5° verge fixée à un bout et libre à l'autre; 6° verge libre à ses deux bouts. Il suffit de traiter le premier cas, les autres s'en déduisent.

» Soient l la longueur de la verge, h sa flèche, p' son poids par mètre courant, Q le poids qui la fléchit, $H = K'I$ produit du coefficient d'élasticité k' par le moment d'inertie I de la section de la verge. Pour le premier cas, on trouve

$$E_1 = \frac{Qh}{2}, \quad e_1 = \frac{h}{2} = \frac{Ql^3}{384H}, \quad A = \frac{384H}{l^3};$$

ce qui donne

Pour le 1er cas.................. (5) $N = \frac{8\sqrt{3}}{\pi l^2}\sqrt{\frac{gH}{p'}}$,

Pour le 2e cas.................. (6) $N = \frac{\sqrt{3}}{(3-2\sqrt{2})\pi l^2}\sqrt{\frac{gH}{p'}}$,

Pour le 3e cas.................. (7) $N = \frac{\sqrt{3}}{2\pi l^2}\sqrt{\frac{gH}{p'}}$,

Pour le 4e cas.................. (8) $N = \frac{4\sqrt{3}}{\pi l^2}\sqrt{\frac{gH}{p'}}$,

Pour le 5e cas.................. (9) $N = \frac{\sqrt{3}}{2(3-2\sqrt{2})\pi l^2}\sqrt{\frac{gH}{p'}}$,

Pour le 6e cas.................. (10) $N = \frac{2\sqrt{3}}{\pi l^2}\sqrt{\frac{gH}{p'}}$.

» 9. SONS HARMONIQUES. — La hauteur du son fondamental étant représentée par 1, celle d'un harmonique quelconque, correspondant à la formation de n nœuds, sera représentée par h.

» Si le son fondamental ne se produit pas en même temps que l'harmonique, h pourra être un nombre quelconque entier, fractionnaire, ou même incommensurable.

» Mais si l'harmonique coexiste avec le son fondamental, nous aurons les deux règles suivantes :

» 1° h sera nécessairement un nombre *entier et impair* : c'est une conséquence du principe de la transformation du travail, qui passe ici de l'état élastique à l'état dynamique, et réciproquement;

» 2° S'il s'agit de vibrations transversales, chaque nœud de vibration devient mobile, et doit être considéré comme *section encastrée*, attendu qu'il existe alors en ce point un moment quelconque d'élasticité, lequel est l'équivalent d'un collier d'encastrement.

» En appliquant les règles précédentes, on obtient immédiatement la hauteur des harmoniques dans les cas suivants :

» *Corde vibrant transversalement ou longitudinalement.* — On trouve pour ces deux modes

(1) $$h = n + 1.$$

» Le ton fondamental correspond alors à $n = 0$.

» *Verge libre à ses deux bouts et vibrant longitudinalement.* — La hauteur

de l'harmonique est

(2) $$h = n.$$

» On sait que, dans ce mode de vibration de la verge, le ton fondamental correspond à $n = 1$.

» *Verge encastrée à ses deux bouts et vibrant transversalement.* — La hauteur de l'harmonique est

(3) $$h = \left(1 + \frac{n}{\sqrt{2}}\right)^2.$$

» Dans ce cas, le ton fondamental correspond à $n = 0$, et ne coexiste pas avec l'harmonique. C'est ce qui explique pourquoi la valeur de h est incommensurable.

» Le terme général de la série expérimentale des harmoniques donnée par M. le professeur Tyndall, dans son ouvrage sur *Le Son*, a pour valeur

(3 *bis*) $$h' = \left(1 + \frac{2n}{3}\right)^2.$$

On voit que la différence n'est pas bien grande.

» *Verge encastrée à un bout, libre à l'autre et vibrant transversalement.* — La théorie donne, pour la hauteur de l'harmonique,

(4) $$h = (4n + 1)^2.$$

» Dans ce cas, l'harmonique coexiste avec le ton fondamental. Il y a plus, la verge, prise dans les mâchoires d'un étau, n'est réellement encastrée que dans une direction, et vibre, parallèlement aux mâchoires de l'étau, comme verge libre à ses deux bouts. Elle rend donc en même temps les sons fondamentaux 1 et 4, et l'harmonique h.

» Quand $n = 1$, la formule (4) donne $h = 25$; ce qui est parfaitement d'accord avec l'expérience. Mais cet accord n'existe plus pour les harmoniques supérieurs. En effet, le terme général de la série expérimentale donné dans *Le Son* de M. Tyndall a pour valeur

(4 *bis*) $$h' = \frac{25}{9}(2n + 1)^2.$$

» Cette formule, ne donnant pas toujours pour h' un nombre entier et impair, est en désaccord avec les règles établies ci-dessus, et ne peut être considérée que comme approximative.

» *Verge libre à ses deux bouts et vibrant transversalement.* — La hauteur h est donnée par la formule

$$(5) \qquad h = (2n - 1)^2.$$

» Le ton fondamental coexiste ici avec l'harmonique et correspond à $n = 0$.

» Le premier harmonique correspond à $n = 2$; sa valeur est 9. On l'obtient en pinçant la verge en deux points situés à $\frac{1}{6}$ et aux $\frac{5}{6}$ de sa longueur, ce qui est indiqué par la théorie.

» Il y a du reste accord parfait pour tous les autres harmoniques avec la série expérimentale donnée dans *Le Son* de M. Tyndall, attendu que la valeur du terme général de cette série coïncide avec celle de l'équation (5). »

PHYSIQUE. — *Sur l'état variable du courant électrique et les extracourants.* Note de **M. P. Blaserna**, présentée par M. Regnault.

« Pour déterminer les changements d'intensité du courant au moment de la fermeture et pendant son état variable, j'ai employé le procédé qui m'a déjà servi pour l'étude des courants induits (*Comptes rendus*, t. XLIX, p. 1296). On prend un interrupteur tournant avec une vitesse régulière, vitesse que l'on fait varier successivement de 4 à 30 tours par seconde. L'interrupteur est formé d'un cylindre de bois, portant à sa surface plusieurs plaques de laiton de largeur différente, sur lesquelles appuient deux ressorts métalliques. On s'arrange de façon que le courant soit fermé ou interrompu, selon que les ressorts touchent le métal ou le bois. L'expérience prouve qu'avec un instrument bien construit, tel que mon *interrupteur différentiel*, les contacts et l'isolation fonctionnent avec une régularité complétement satisfaisante, et qu'on peut fermer et interrompre le courant dans des intervalles de temps parfaitement définis. En employant un courant d'une pile de Bunsen, qui passe par une spirale inductrice et par un galvanomètre multiplicateur, on peut raisonner comme il suit :

» Si au moment de la fermeture le courant prend immédiatement son intensité normale, la déviation du galvanomètre doit être constante, quelle que soit la vitesse de l'interrupteur. Si, au contraire, aux premiers instants, le courant a une intensité variable avec le temps, la déviation changera avec la vitesse de l'interrupteur, pourvu que la largeur de la plaque métallique soit petite et la vitesse assez grande.

» En général l'intensité correspondante à la déviation du galvanomètre,

divisée par le nombre des tours par seconde, représente l'aire du courant, tandis que le nombre des tours et la largeur effective de la plaque déterminent le temps, c'est-à-dire l'abscisse. On mesure donc directement les abscisses et les aires d'une courbe, d'où l'on déduit les ordonnées, qui représentent les intensités aux divers instants. Voici les résultats auxquels je suis arrivé, en employant un circuit de 27 mètres de longueur, dans lequel j'intercalais encore le galvanomètre astatique, à fil gros et court, et une ou plusieurs bobines inductrices (sans fer doux).

» 1.) La déviation diminue quand le nombre des tours par seconde augmente; ainsi j'ai trouvé, en employant la spirale qui a servi pour les courants induits :

Tours........	5,79	6,23	7,21	7,75	8,40	8,88	9,19
Déviations.....	54°	53°	50°	48°	46°,5	45°,5	44°,5
Tours........	10,58	10,84	12,12	14,65	17,78	22,22	27,20
Déviations.....	33°	29°	17°	5°	3°	2°	1°

et la largeur de la plaque métallique étant 2°,7, on a

Temps........	1295	1204	1040	968	893	845	816
Aires.........	12,87	11,25	7,98	6,66	5,64	5,04	4,61
Temps........	709	692	618	512	422	338	276
Aires.........	2,24	1,80	0,858	0,209	0,105	0,056	0,023

les temps étant exprimés en millionièmes de seconde et les aires en unité arbitraire.

» On construit une courbe en prenant les temps pour abscisses et les aires pour ordonnées; on a ainsi la courbe des aires, laquelle a, entre $t = 0{,}000\,700$ et $t = 0{,}000\,900$, *une espèce de bosse* dont il faut absolument tenir compte. On calcule les intensités et l'on trouve :

Temps....	0	200	300	400	450	500	550	600
Intensités..	0	140	250	550	1100	2050	4380	8100
Temps...	650	700	750	800	900	1000	1200	
Intensités..	13200	19400	29800	18100	12100	18400	18900	

» D'où il suit que l'intensité monte d'abord lentement, puis rapidement, arrive à un maximum, puis descend jusqu'à un minimum et s'élève jusqu'à la valeur normale (18900). *Le courant forme donc une oscillation avant d'arriver à sa valeur constante.*

» 2.) Cette oscillation dépend de la *bosse* qui existe dans la courbe des aires, en ce sens qu'elle disparaît à mesure que disparaît la bosse. Pour s'as-

surer de l'existence des oscillations, il faut donc demander à l'expérience si la bosse existe réellement. J'ai employé pour cela des spirales plus puissantes, et j'ai trouvé non seulement qu'elle existe d'une façon incontestable, mais aussi qu'il y en a plusieurs, successivement décroissantes. Elles représentent des différences de 5 et même de 10 degrés de déviation, en ce sens qu'il faut fausser les expériences de quantités aussi fortes pour faire disparaître les bosses. A chaque bosse correspond une oscillation complète du courant. Ainsi, la spirale inductrice étant composée de deux bobines du rhéostat de M. Hipp, qui équivalent chacune à 1 kilomètre de fil télégraphique, j'ai trouvé les nombres suivants :

Temps....	0	200	250	300	320	340	360	380	400	420
Aires....	0,000	0,035	0,068	0,219	0,435	0,710	0,839	0,870	0,891	0,915
Intensités.	0	350	950	5100	16500	11000	1900	1150	1000	1350
Temps...	440	460	480	500	550	600	700	800	900	1000
Aires....	0,953	1,032	1,158	1,325	1,920	2,483	3,089	3,566	4,399	5,384
Intensités.	2500	5400	7200	9500	14300	8200	4800	5000	13300	6900
Temps...	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	∞		
Aires....	5,987	6,616	7,613	8,763	9,671	10,429	11,252	»		
Intensités.	5656	7500	11800	10500	7800	7500	9000	8500		

les temps étant toujours exprimés en millioniemes de seconde, les aires et les intensités en unité arbitraire.

» En construisant la courbe des aires et celle des intensités, on a donc quatre bosses très-marquées et *quatre oscillations complètes du courant*, sans être encore arrivé à la fin; et je me suis assuré que les oscillations cessaient, dans ce cas seulement, à $\frac{1}{100}$ de seconde.

» 3.) L'amplitude des oscillations diminue peu à peu, et les intervalles de temps entre un maximum et le suivant augmentent d'une manière très-marquée, jusqu'à ce que les oscillations se confondent avec la droite parallèle à l'axe des abscisses. Les oscillations ne surpassent pas le double de l'intensité normale et ne sont jamais négatives.

» 4.) J'ai examiné aussi le cas d'un circuit sensiblement rectiligne, en employant un galvanomètre à un seul fil droit. J'ai trouvé des oscillations presque insignifiantes que j'attribue à ce que le circuit était formé des fils doucement courbés et non rectilignes. Je crois pouvoir conclure de ces expériences que, dans les circuits rectilignes, les oscillations n'existent pas, mais que le courant monte doucement et directement jusqu'à sa valeur normale, conformément à la théorie de Ohm ou à celle de M. Helmholtz.

» 5.) Si dans le voisinage de la spirale inductrice on a une spirale secondaire fermée, le phénomène, par suite de la réaction de celle-ci, change. Le premier maximum du courant manque ou est notablement diminué : on le retrouve, pour ainsi dire, dans le fil secondaire sous forme de courant induit.

» 6.) L'*extra-courant inverse* n'est pas autre chose que ce qui manque au courant pendant son état variable. Si l'on trace la courbe des intensités et si l'on transporte l'axe des abscisses parallèlement jusqu'à la valeur de l'intensité normale, la même courbe représente l'extra-courant. Il s'ensuit que l'extra-courant inverse est composé d'oscillations positives et négatives, c'est-à-dire *il est formé de courants alternatifs, qui se succèdent très-rapidement.*

» 7.) L'*extra-courant direct* présente les mêmes phénomènes. Il est aussi composé de courants alternatifs; mais les intensités *maxima* et *minima* sont beaucoup plus considérables, et les temps sont beaucoup plus courts.

» Ces expériences, qui seront publiées *in extenso* dans le *Giornale di Scienze naturali ed economiche* de Palerme, conduisent à des résultats notablement différents de ceux qu'on admettait jusqu'ici. M. Guillemin a examiné la même question pour de longs fils télégraphiques; mais il ne pouvait pas observer les oscillations, parce que son circuit était rectiligne (à l'exception de la spirale négligeable de son galvanomètre) et aussi parce que les temps qu'il observait étaient trop grands (de $\frac{2}{1000}$ de seconde), tandis que c'est entre o et $\frac{2}{1000}$ que se succèdent les principales oscillations.

» M. Helmholtz a aussi examiné expérimentalement cette question, et a conclu que la formule exponentielle

$$J = I\left(1 - e^{-\frac{t}{p}}\right)$$

représente le phénomène, J étant l'intensité variable avec le temps t, I l'intensité normale et p le potentiel de la spirale sur elle-même divisé par la résistance. *Dans cette courbe, il n'y a pas d'oscillations.* Il n'a pas mesuré directement J et t, mais deux aires, d'où il a déduit t au moyen de sa théorie, ce qui rend difficile la comparaison avec mes expériences. Cependant, en reprenant en détail ses observations des aires, et m'aidant de mes propres observations, je trouve, d'après ses résultats, pour la courbe des intensités, *deux oscillations tout à fait conformes aux miennes.* Il s'ensuit que *la théorie de M. Helmholtz, tant qu'il s'agit d'aires, représente une première approximation à la vérité; mais elle conduit à des conclusions inexactes, quand il s'agit de la loi des intensités.*

» Dans la théorie des courants électriques, il faut tenir compte de deux causes bien distinctes : le courant se propage dans le circuit avec une vitesse énorme, qui rend ses effets pour ainsi dire instantanés; l'induction, au contraire, se produit très-lentement, d'une spire à l'autre de la bobine inductrice. Supposons un courant au moment de la fermeture : toutes les parties du circuit, s'il n'est pas très-long, sont ébranlées instantanément. L'induction réagit lentement dans la spirale inductrice. Par suite de cette réaction, le circuit est modifié, mais toutes ces parties ont la *même phase*, parce que la modification apportée à un point du circuit se transmet aussitôt à tous les autres. La phase est donc la même et ne saurait être différente qu'à la condition que le circuit fût très-long, ainsi qu'il a été démontré par M. Weber. La différence entre les expériences du célèbre physicien et les miennes consiste en ceci : que M. Weber admettait l'existence théorique d'une onde électrique qui parcourt successivement à grande vitesse le circuit, tandis que mes observations prouvent qu'il y a une série d'oscillations qui ont lieu dans tout le circuit et presque en même temps. M. Weber ne connaissait pas ces oscillations, et il en a mesuré seulement l'aire totale, tandis que j'ai réussi à les analyser et à en démontrer l'existence. »

PHYSIQUE. — *Expérience sur le courant intra-pilaire de la pile de Grove.* Note de M. E. Royer.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 27 décembre 1869, je signalais la décomposition intra-pilaire de l'acide sulfurique monohydraté et sa réduction par l'hydrogène qui prend naissance dans la pile. Cette réduction est si profonde, qu'elle précipite le soufre, et qu'une partie de ce corps se combine avec l'hydrogène, pour donner naissance à de grandes quantités d'hydrogène sulfuré. Cette expérience m'avait fait supposer que, dans la pile à acide azotique de Grove, la réduction ne devait pas, comme on le croit généralement et comme tous les auteurs que j'ai consultés l'enseignent, s'arrêter à l'acide hypoazotique; qu'elle pourrait aller jusqu'à l'azote, et que probablement cet azote formerait de l'ammoniaque avec l'hydrogène fourni par la pile.

» En expérimentant sur une pile de Grove, *à zinc amalgamé* (température du laboratoire, 14 degrés), j'ai recueilli, au sortir du vase poreux, de l'acide hypoazotique, dont le dégagement a duré pendant trois heures environ. Cet acide était arrêté par une solution de potasse, qui le transformait en azotate et azotite de potasse. Passé ce temps, il s'est dégagé, et cela

pendant quatre jours de suite et d'une manière régulière, des quantités considérables de bioxyde d'azote mêlé d'un peu d'azote. Je n'ai pas constaté de protoxyde d'azote ; s'il y en avait, il devait être en petite quantité, et il a pu se dissoudre dans les liqueurs que je n'ai pas examinées à ce point de vue. Le vase poreux et le compartiment extérieur de la pile contenaient de l'ammoniaque : toutefois, il y en avait plus dans le compartiment zinc que dans le vase poreux.

» Ces résultats concordent, jusqu'à un certain point, avec ceux qu'a trouvés M. Bourgoin dans l'électrolyse extra-pilaire de l'acide azotique. Cet expérimentateur constate, dans les produits de la décomposition, la présence du protoxyde d'azote, que de nouvelles expériences me feront peut-être trouver. Il constate aussi que, des deux compartiments du vase dans lequel il a expérimenté, le négatif seul contient de l'ammoniaque, tandis que, dans l'électrolyse intra-pilaire, on en trouve dans les deux compartiments. »

CHIMIE. — *Sur la nature de l'ozone; par* **M. Dubrunfaut.**

« La Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie sur l'application de l'analyse spectrale à l'examen des gaz simples avait surtout pour but de démontrer par l'expérience que des corps réputés chimiquement purs peuvent ne pas l'être, ainsi que le prouvent nos observations. Cette particularité, qui a souvent échappé aux savants, a pu être la cause d'erreurs, soit dans leurs expériences, soit dans l'interprétation de ces expériences, et il nous a paru utile de la leur signaler malgré l'état incomplet de nos études sur cette question.

» Aidé de l'analyse spectrale et des observations exactes dues à divers savants, nous croyons avoir établi ce fait, que la science ne connaît pas les gaz à l'état de siccité absolue, et nous avons signalé le rôle que jouerait un pareil fait dans la vérification de plusieurs grandes lois physiques, notamment de la loi de Mariotte, si ce fait pouvait être admis comme une vérité. Malheureusement, la démonstration de l'état plus ou moins hydraté des gaz réputés anhydres est difficilement abordable par l'expérience, attendu que la science a, en quelque sorte, épuisé les ressources dont elle dispose comme agents de dessiccation. Ce ne sera donc probablement que par des méthodes indirectes que l'on pourra arriver à justifier notre proposition : que la science ne connaît pas les gaz à l'état de siccité absolue.

» C'est en poursuivant nos recherches sur cette question que nous avons

été conduit à développer notre première proposition, en affirmant que la science ne connaît pas de gaz spectralement purs, c'est-à-dire de gaz dans lesquels la réaction spectrale ne puisse démontrer au moins des traces de gaz étrangers.

» En signalant ces impuretés, prises comme exemples dans l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, comme pouvant être la cause matérielle des spectres multiples des gaz simples signalés par les travaux de Plücker et de M. Wüllner, nous n'avons pas entendu amoindrir le mérite et la valeur des recherches de ces savants; seulement, nous avons cru devoir signaler un cas où le défaut de pureté des gaz expérimentés pourrait mettre en défaut la sagacité des expérimentateurs.

» La merveilleuse application de l'analyse spectrale à l'astronomie donne une importance capitale aux études suivies avec persévérance par M. Wüllner, et, en effet, que deviendraient les conclusions déduites de l'existence d'un seul spectre pour les corps simples, si chacun de ces corps possédait en réalité plusieurs spectres qui varieraient avec la température.

» L'impureté des gaz qui servent aux recherches ne peut pas être indifférente, alors même que cette impureté, insaisissable par la balance et par les méthodes chimiques usuelles, paraîtrait négligeable dans beaucoup de cas. Nous pourrions citer un grand nombre d'exemples de l'application de cette vérité, il nous suffira d'en ajouter un seul à ceux que nous avons déjà signalés.

» La nature de l'ozone a été diversement interprétée par Schœnbein et par les divers savants qui se sont, après lui, occupés de ce corps mystérieux. Après l'avoir signalé comme un corps simple analogue au chlore, Schœnbein l'a considéré successivement comme un composé d'azote, puis comme un oxyde d'hydrogène, puis enfin il s'est rallié à l'hypothèse que paraissaient justifier les travaux remarquables de MM. Marignac, Fremy, Becquerel, etc., savoir : que l'ozone serait un état allotropique de l'oxygène, ou, en d'autres termes, selon MM. Fremy et Becquerel, de l'oxygène électrisé. M. Houzeau a logiquement et expérimentalement rattaché à l'ozone ses belles recherches sur l'oxygène naissant, et MM. Andrew et Tait ont pu reconnaître que la densité de l'ozone serait cinquante fois celle de l'oxygène.

» Il est remarquable que l'hypothèse qui considère l'ozone comme de l'oxygène dans un état particulier n'a prévalu dans l'opinion des savants sur les autres hypothèses, qu'en admettant que l'oxygène qui a servi à produire l'ozone aux mains des divers expérimentateurs était parfaitement sec et pur, c'est-à-dire exempt d'eau et d'azote. Et, en effet, l'identité ou l'ana-

logie d'action de l'ozone et du gaz nitreux sur les réactifs, rapprochées de la proportion infiniment petite d'ozone qui peut se produire au maximum dans l'oxygène, auraient donné une grande autorité et une grande vraisemblance à l'hypothèse qui considérait l'ozone comme un composé nitreux, si l'on n'eût écarté par une fin de non-recevoir la question d'impureté des gaz.

» Si l'on admet avec nous, et comme déduction logique spéciale de nos analyses spectrales de l'oxygène préparé avec beaucoup de soins par toutes les méthodes connues, si l'on admet, disons-nous, qu'on ne peut obtenir l'oxygène pur, c'est-à-dire anhydre et exempt d'azote, l'hypothèse de l'oxygène allotropique perd sa base matérielle, et la nature de l'ozone considéré comme un composé d'azote reprend toute sa valeur et sollicite de nouvelles recherches.

» Avons-nous besoin de faire remarquer que les derniers travaux de M. Fremy sur l'acide azoteux et la remarquable découverte que ce savant a faite d'un nouveau composé d'azote oxydant et réducteur donnent à l'hypothèse en question une valeur et une autorité nouvelles? En effet, si l'azote est l'un des éléments nécessaires à la production de l'ozone, le composé azoté doit être analogue à l'acide nitreux ou au produit nouveau de M. Fremy; il doit pouvoir se produire sous l'influence de l'électricité dynamique ou statique, et se transformer sous l'influence des réactifs avides d'oxygène, pour se reproduire indéfiniment en présence de l'oxygène, comme cela a lieu dans les expériences de MM. Becquerel et Fremy et dans celles de MM. Andrew et Tait.

» Rien dans les faits connus ne fait obstacle à une pareille interprétation, et nous dirons même que tous l'autorisent, avec un degré de vraisemblance et de certitude que ne comporte pas l'hypothèse de l'oxygène allotropique. Comment comprendre, en effet, une simple modification allotropique qui condenserait l'oxygène de manière à accroître sa densité au degré observé? Comment comprendre ce temps infini d'électrisation qui a été employé par MM. Becquerel et Fremy, pour ozoniser complétement 1 centimètre cube d'oxygène en présence du réactif ioduré? Comment admettre qu'une réaction aussi prompte que celle qui produit l'ozone soit aussi limitée dans sa puissance d'action, si elle n'était pas subordonnée à quelques conditions expérimentales inaperçues?

» En attendant que nous puissions revenir avec d'autres éléments sur cette importante question, qui touche par plusieurs faces aux études di-

verses et complexes qui nous occupent, nous demanderons la permission de terminer cette Note en rétablissant deux paragraphes supprimés de notre dernière Communication sur l'analyse spectrale (1).

» Après avoir signalé la présence inévitable de l'azote dans l'oxygène réputé pur, nous ajoutions :

» Le spectroscope, dans ces conditions, peut facilement déceler la présence de l'azote, et l'on observe souvent qu'avec des conditions de raréfaction convenables le spectre de l'azote, qui ne devrait être qu'accessoire et pour des traces dans le spectre collectif du mélange, se trouve en réalité être le spectre principal et dominant celui de l'oxygène, qui ne montre que quelques rares et timides raies.

» Plus loin, à l'occasion des mêmes faits, nous écrivions les lignes suivantes, qui se rattachent directement à la présente Communication :

» Ces faits ont probablement quelques relations intimes avec les faits mystérieux dont *les gaz naissants et l'ozone* sont les types. Ils couvrent certainement quelque grand secret des phénomènes chimiques, qui réclament de nouvelles études, et s'il nous est donné de pouvoir compléter l'ensemble de recherches que nous avons entreprises sur ces questions, nous pourrons peut-être fournir à la science quelques nouvelles et fécondes lumières.

» Les explications développées dans cette Note établissent suffisamment que nous ne pouvons admettre l'explication que M. Houzeau a proposée pour expliquer la présence de l'azote dans les gaz que nous avons examinés. Si cette explication était fondée, c'est-à-dire si nos tubes Geissler avaient péché par défaut de purgation de l'air atmosphérique, on ne devrait trouver dans nos expériences nulle différence entre l'hydrogène et l'oxygène, quant à la présence de l'azote, ce qui n'est pas. La présence remarquable et inévitable de l'azote en proportion notable dans l'oxygène est donc une particularité propre à ce gaz ou aux procédés de sa préparation, et c'est là le point sur lequel nous appelons l'attention des savants. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les affinités naturelles de l'Æpyornis.* Note de **M. J.-J. Bianconi**, présentée par M. Milne Edwards. (Extrait.)

« L'Académie a entendu, le 11 octobre dernier, une Note qui lui a été lue par M. Alph.-Milne Edwards, sur les ossements d'*Æpyornis* apportés dernièrement de Madagascar par M. A. Grandidier. Les observations de ce

---

(1) Cette suppression a été faite en épreuves, pour conformer la publication aux règlements du *Compte rendu*.

savant l'ont confirmé dans l'opinion, communément acceptée, que le grand oiseau de Madagascar était du groupe des *Brevipennes* : il n'admet pas, dans son récent travail (1), l'opinion que j'avais émise, dès 1863, après l'examen des os tarso-métatarsiens, que l'*Æpyornis* était de la famille des *Vulturidés*, et plus précisément un *Sarcoramphe* (2).

» L'opinion sur les os récemment découverts, formulée par M. A.-Milne Edwards, avait ébranlé ma confiance sur la valeur de l'opinion que j'avais soutenue. Mais l'étude que j'ai pu faire d'un fémur et d'un tibia, sur des moules que je dois à l'extrême bonté de M. Milne Edwards même, m'ont fait juger moins défavorablement de l'opinion que j'avais professée : il m'a semblé trouver beaucoup de caractères qui rapprochent l'*Æpyornis* des *Sarcoramphes*. »

ZOOLOGIE HISTORIQUE. — *Note sur le cheval aux temps du Nouvel empire égyptien ; par* **M. F. Lenormant.**

« L'accueil bienveillant que l'Académie a daigné faire à ma Communication sur les faits relatifs à l'âne et au cheval dans les monuments égyptiens de l'Ancien empire et dans le livre de la Genèse, m'encourage à lui soumettre une nouvelle Note, qui est la suite de la première, au sujet des faits relatifs à l'histoire du cheval comme animal domestique, fournis par les monuments de l'Égypte appartenant à la période qu'on a pris l'habitude de désigner sous le nom de *Nouvel empire*.

» J'ai montré que le cheval avait été inconnu à l'Égypte pendant toute la durée des siècles reculés de l'Ancien empire, et qu'il n'avait été introduit dans la vallée du Nil que par l'invasion des Pasteurs. Une fois introduit, il s'y naturalisa rapidement, et son usage s'y généralisa avec une promptitude comparable à celle avec laquelle il se répandit dans toute l'Amérique une fois que les Espagnols l'y eurent apporté. Au temps du ministère de Joseph, c'est-à-dire sous un des derniers règnes de la dynastie des Pasteurs, sous le règne même où les princes thébains commencèrent la grande lutte de la délivrance nationale, la Genèse nous présente le cheval comme un animal qui était dès lors universellement répandu en Égypte et qu'on élevait dans le pays même (Genèse, XLVII, 17).

---

(1) *Nouvelles observations sur les caractères zoologiques, etc., de l'Æpyornis de Madagascar ;* par MM. Alphonse-Milne Edwards et Alf. Grandidier.

(2) *Comptes rendus*, 1863. *Studii sul tarso-metatarso degli uccelli, in particolare su quello dell' Æpyornis ;* Bologne, 1863.

» Aussi les grandes représentations historiques des exploits des conquérants de la XVIIIe et de la XIXe dynastie, et les représentations civiles des tombeaux de Thèbes, à partir de la même époque, sont remplies de figures de chevaux. Les chars de guerre, d'une construction légère et traînés par deux chevaux, formèrent depuis ce temps une des forces principales de l'armée égyptienne; ils sont figurés dans tous les tableaux de bataille. Un de ces chars, découvert dans une sépulture thébaine, existe en original au Musée de Florence. Les rois d'Égypte, à côté des chars, n'avaient pas, dans leurs troupes, de cavalerie proprement dite : le témoignage des monuments est formel à cet égard. Cependant l'art de l'équitation n'était pas absolument inconnu. M. Wilkinson a publié une curieuse hache de la collection Salt, dont le fer, découpé à jour, offre la représentation d'un Égyptien, bien reconnaissable à son type et à son costume, qui est monté sur un cheval (Wilkinson, *Manners and customs of ancient Egyptians*, t. I, p. 406, *fig.* 2). Mais comme cette représentation est unique dans toute la masse de monuments égyptiens que nous possédons, il faut en conclure que, si l'équitation n'était pas tout à fait inconnue, elle était du moins d'un usage très-rare et que les Égyptiens n'employaient guère le cheval que comme animal de trait.

» L'élève du cheval était d'ailleurs en Égypte l'objet des soins les plus attentifs dès le temps de la XVIIIe et de la XIXe dynastie ; on attachait un grand prix à la pureté de la race et à la connaissance des généalogies de ces animaux. Aussi prend-on toujours le soin, dans les bas-reliefs historiques, d'indiquer les noms des chevaux qui traînent le char du roi. C'est de cette façon que nous savons que l'attelage favori de Ramsès II (Sésostris) s'appelait *Puissance en Thébaïde* et *Repos dans la région supérieure.* Ces deux chevaux étaient ceux qui avaient tiré Ramsès, encore fort jeune, d'un très-mauvais pas, lorsqu'il était tombé presque seul dans une embuscade des Khétas ou Héthéens, devant la ville de Kadesch, sur l'Oronte ; aussi le poëme de Pentaoûr, traduit par M. de Rougé et destiné à célébrer cet événement, raconte-t-il que Ramsès ordonna de traiter désormais son attelage avec des égards tout à fait exceptionnels. L'attelage de guerre de Ramsès III (XXe dynastie) portait les noms d'*Ammon vainqueur dans sa puissance* et de *L'aimé d'Ammon.*

» Mais ce qui est le plus intéressant à étudier dans les grandes compositions qui retracent les batailles des rois de la XVIIIe à la XXe dynastie, c'est la distribution du cheval chez les différents peuples que combattirent les Égyptiens à cette époque, qui s'étend du XVIIe au XIVe siècle avant l'ère

chrétienne. Tous les peuples de la Syrie, les Chananéens de la Palestine (*Khali*) et les Héthéens des bords de l'Oronte (*Kheta*) sont figurés combattant sur des chars attelés de deux chevaux. La manière dont ils employaient le plus ordinairement cet animal était l'attelage, mais ils connaissaient aussi l'équitation et elle était même moins rare chez eux que chez les Égyptiens. Dans le bas-relief du temple souterrain d'Ibsamboul, où est figuré l'exploit de jeunesse de Ramsès II devant Kadesch, nous voyons trois cavaliers dans les rangs des Héthéens (Champollion, *Monuments de l'Égypte et de la Nubie*, t. I, pl. XVII *bis* et XXII); l'un est armé d'un arc et un autre s'avance au combat au milieu d'un corps d'infanterie qu'il semble commander. La représentation du même combat sur les pylones de Louqsor contient la figure d'un guerrier héthéen à cheval (Champollion, t. IV, pl. CCCXXIX). A la salle hypostyle de Karnak, au milieu des Chananéens qui s'enfuient en toute hâte vers la ville d'Ascalon (*Asqaluna*), un personnage, qui paraît un chef, est encore monté à cheval (Lepsius, *Denkm. aus Ægypt. und Æthiop.*, abth. III, bl. 145).

» Les Assyriens (*Rotennu*) font aussi habituellement usage du cheval et combattent sur des chars; à deux reprises, sous des rois de la XVIIIe dynastie, sous Toutmès III (Wilkinson, t. I, pl. IV) et sous Toutanchamen (Lepsius, *Denkm.*, abth. III, bl. 116), ils sont représentés apportant en tribut au Pharaon des chevaux de prix. Même usage du cheval et des chars de guerre chez les Arméniens (*Remenen* ou *Armenen*). On peut donc dire que d'après les monuments égyptiens, le cheval était universellement répandu dans toute l'Asie antérieure à l'âge des grandes conquêtes pharaoniques.

» En Afrique, c'était tout le contraire. Là le cheval n'avait encore à cette époque pénétré que jusque dans l'Éthiopie de Napata, la Haute-Nubie de nos jours, avec tous les éléments de la civilisation de l'Égypte et même sa langue. Les nègres du Haut-Nil, contre lesquels les monuments nous font assister à tant de combats ou plutôt à tant de razzias destinées à se procurer des esclaves, ne possédaient pas alors le cheval; les seules bêtes de somme ou de trait que les représentations peintes ou sculptées montrent dans leur pays sont l'âne et le bœuf. Quant aux Libyens de race blonde (*Lebu* et *Maschuasch*), qui, établis sur la côte septentrionale de l'Afrique, attaquaient la Basse-Égypte par l'ouest, ils combattaient exclusivement à pied, ils avaient des bœufs et des moutons, mais ils ne possédaient pas le cheval. Ils n'avaient donc pas apporté cet animal avec eux dans la migration, très-récente alors, qui, du nord, les avait conduits *par*

mer en Afrique. Mais ils l'empruntèrent bientôt à l'Égypte, car Hérodote montre plus tard leurs descendants, les Libyens des bords du lac Triton, combattant habituellement sur des chars à quatre chevaux (Hérodote, IV, 178).

» Les Égyptiens, même à l'époque de leurs conquêtes les plus étendues, n'ont eu de rapports qu'avec peu de peuples de l'Europe. Sous le règne de Ramsès III, cependant, deux nations « des îles et des côtes de la mer » du Nord », c'est-à-dire de la Méditerranée, les *Fakkaro*, qui paraissent être des Thraces, et les Philistins (*Palasta*), venus de la Crète, tentèrent une invasion par mer sur les côtes de la Palestine. Dans les compositions qui retracent, à Médinet-Abou, la défaite de ces deux nations par les troupes égyptiennes, peu de temps après leur débarquement, elles se montrent à nous en possession du cheval; en effet, elles ont à la fois des chars légers attelés de deux chevaux, sur lesquels leurs guerriers combattent à la façon des héros d'Homère, et de lourds chariots, traînés par des bœufs, où sont transportées leurs familles.

» Tels sont les principaux renseignements que les monuments de la XVIIIe, de la XIXe et de la XXe dynastie fournissent sur l'emploi du cheval chez les Égyptiens et chez les différents peuples avec lesquels ils étaient alors en rapport. Plus tard, l'élève du cheval, à laquelle l'Égypte était éminemment propre, y prit encore de plus grands développements, et les chevaux d'Égypte devinrent célèbres en Asie. Au temps de Salomon, le roi d'Israël tirait d'Égypte tous les chevaux de son armée et de sa maison, et, de plus, il faisait un fructueux commerce en en exportant du même pays pour les revendre aux rois des Araméens et des Héthéens des bords de l'Oronte. (I Reg. x, 28 et 29; II Chron. ix, 28.)

» Les haras étaient alors en Égypte une chose royale, à laquelle les souverains consacraient une grande attention. M. Mariette a découvert au Gebel-Barkal (l'ancienne Napata) une très-curieuse stèle qui raconte comment, vers 745 av. J.-C., un roi éthiopien, du nom de Piankhi-Mériamen, conquit momentanément l'Égypte, alors divisée entre une multitude de petits princes rivaux (Mariette, *Fouilles en Égypte*, pl. I-VI. *Voy.* un important Mémoire de M. de Rougé, dans la *Revue archéologique* d'août 1863). Au milieu des nombreux traits caractéristiques de mœurs que contient le long récit de ce monument, une chose ressort avant tout, c'est que l'élève du cheval pour l'exportation était alors un des principaux produits de l'Égypte. Chaque petit roi local a son haras; ce qu'il peut offrir de plus précieux au conquérant, c'est « les prémices de son haras, les meilleurs

chevaux de ses écuries. » Quant au roi éthiopien, à mesure qu'il s'empare d'un district, son premier soin est d'y inspecter lui-même les haras royaux. Dans un endroit, à Hermopolis de la Moyenne-Égypte, il trouve l'établissement mal tenu, les chevaux en mauvais état; alors il entre dans une grande colère. « Par ma vie! dit-il, par l'amour du dieu Ra, qui renouvelle le » souffle à mes narines! il n'y a pas de plus grande faute à mes yeux que » de laisser affamer mes chevaux. »

» Nous ne devons pas être surpris que, quatre-vingts ans après, quand un roi d'Assyrie, du nom d'Assourbanipal, prit et pilla Thèbes d'Égypte, en 665, il ait avant tout mentionné dans les listes de son butin, inscrites sur un document cunéiforme que possède le Musée Britannique : « des grands chevaux ». Cette dernière épithète mérite d'être relevée, car elle se joint au témoignage des représentations sculptées dans les temples pour prouver qu'il s'était formé en Égypte une race de cheval particulière, plus haute et plus forte que celles de l'Arabie et de la Syrie. C'est la race qui s'est conservée intacte dans le Dongolah, et qu'on ne commence plus guère à rencontrer aujourd'hui qu'à partir d'Assouan. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Traces de l'anthropophagie dans les temps antéhistoriques, découvertes dans la grotte de Montesquieu-Avantes (Ariége).* Note de **M. F. Garrigou**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'anthropophagie dans les temps antéhistoriques est admise aujourd'hui par Spring, Dupont, Schaffausen, Broca, Carl Vogt, etc., comme un fait acquis à la science. Les découvertes relatives à cette question n'étant pas encore très-abondantes, je n'hésite pas à signaler les faits suivants.

» La caverne de Montesquieu-Avantes (Ariége) a été examinée tour à tour par M. l'abbé Pouech et par moi. Mais c'est surtout M. Pouech qui y avait fait, jusqu'ici, les fouilles les plus importantes. M. F. Regnauld, de Toulouse, vient d'explorer de nouveau cette caverne; il a bien voulu soumettre à mon examen les pièces qu'il a recueillies.

» Ces pièces proviennent d'un foyer de la surface, recouvert de stalagmite, et situé assez profondément dans l'intérieur de la caverne. Au-dessous, dans des argiles, étaient des ossements d'animaux d'espèces éteintes, grand ours et autres. Vers l'entrée, M. Pouech avait mis à découvert un gisement appartenant à l'époque du renne.

» Les objets provenant des foyers de la surface consistent en ossements de ruminants et ossements humains, tous cassés exactement de la même

manière, portant chacun les traces d'un instrument contondant, et des stries fines produites par un instrument tranchant; quelques-uns sont à moitié carbonisés. Les ossements humains consistent en fragments de crânes, de fémurs, de tibias, d'humérus, de radius, etc.; le canal médullaire est agrandi, comme si l'on avait voulu en extraire la moelle. Les ossements de ruminants sont, en cela, semblables aux ossements humains. Cet ensemble signifie, d'après moi, que les hommes de l'âge de la pierre polie s'étaient livrés, dans la caverne de Montesquieu-Avantes, à des festins de cannibales.

» Dans ces derniers temps, on a fait à l'opinion du cannibalisme antéhistorique une objection qui me semble puérile : on a prétendu que les cassures produites sur les ossements humains étaient le résultat de l'action exercée sur ces os par certains rongeurs. Il est incontestable qu'il y a des os fossiles entamés non-seulement par la dent des rongeurs, mais aussi par celle des carnassiers; j'en possède un grand nombre, et l'étude de ces os, faite comparativement avec celle des os cassés de main d'homme, lève tous les doutes possibles sur cette question.

» La dent des rongeurs laisse toujours une empreinte régulière, spéciale, se répétant par séries, et semblable à elle-même. On ne peut la confondre, à la rigueur, qu'avec des stries laissées par un silex ou un instrument de métal dentelés, mais, ici encore, un œil exercé ne peut commettre d'erreur: soit la série régulière des stries, soit leur disposition régulière, soit surtout leur longueur en rapport avec la largeur de la dent et avec l'écartement des mâchoires du rongeur, soit enfin les termes de comparaison directe, qui sont faciles à se procurer en faisant ronger des os par tels ou tels animaux, pourront donner des indications exactes.

» Du reste, les ossements découverts par M. Regnauld ne présentent absolument aucune strie produite par les dents des rongeurs, sur les fractures multiples qu'ils portent. Bien au contraire, l'empreinte laissée par l'instrument contondant qui a produit la cassure existe sur le bord du point cassé. En un mot, ces ossements sont exactement semblables à ceux qui ont été admis au Congrès anthropologique international de 1867, comme étant les indices incontestables du cannibalisme. J'ai pu, moi-même, examiner plusieurs de ces spécimens en dehors du Congrès, et le doute ne me paraît pas possible.

» Des quantités énormes (plusieurs centaines de milliers) d'ossements, cassés par la main de l'homme, retirés de Kjjoeken moddings de divers âges, et ayant appartenu soit à l'homme, soit à d'autres animaux, sont passés dans mes mains. Je puis avancer que tous sont exactement semblables entre eux

quant au mode de cassure. Je ne crains pas d'ajouter actuellement, ainsi que je l'ai fait ailleurs (*Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, t. II, 2e série, p. 326; 1867), et aujourd'hui avec l'opinion de Stenstrup, formulée dans diverses circonstances, que, d'après le mode de cassure seul, on peut reconnaître si un os a été cassé ou non par la main de l'homme.

» En présence de spécimens aussi concluants que ceux de la grotte de Montesquieu, je ne crains pas de dire, d'accord en cela avec Spring, Dupont, Schaffausen, Broca, Carl Vogt, Stenstrup, etc., que l'homme primitif, semblable aux sauvages de notre époque, a été anthropophage. »

M. Scoutetten adresse, de Metz, une nouvelle Note sur l'amélioration et la conservation des vins par l'électricité.

De nouvelles expériences, effectuées avec la pile, avec la machine de Holtz, avec la machine de la Compagnie *l'Alliance*, ou avec la machine de Laad, conduisent l'auteur à conclure que « l'électricité, sous quelque forme qu'elle agisse, soit par courant continu et direct, soit par courant d'induction, soit par étincelle, agit toujours sur les vins de la même manière : elle les modifie, les vieillit et les améliore. »

Quant au mode d'action de l'électricité, il pense que « les substances salines tenues en dissolution dans le vin rendant le liquide conducteur, le bitartrate de potasse est décomposé : la potasse mise en liberté vient saturer l'acide du vin, et lui enlever ce que les vignerons appellent la *fierté* : quant à l'acide tartrique, il agit peut-être sur la matière grasse existant dans le vin, et favorise la formation des éthers qui lui donnent son bouquet. Enfin, une certaine quantité d'eau est évidemment décomposée, et donne au pôle négatif un dégagement d'hydrogène, et au pôle positif un dégagement d'oxygène : comme l'oxygène, à l'état naissant, est doué de propriétés énergiques, il doit produire immédiatement les nouveaux composés qui constituent les vins vieux, et qui, pour se produire, auraient exigé beaucoup de temps et de soins. »

M. Allégret adresse, de Clermont, une Note ayant pour titre « Remarques sur la représentation géométrique des fonctions elliptiques de première espèce, par lesquelles on démontre que les courbes remarquables étudiées par *MM. J. Liouville* et *J.-A. Serret*, dans divers Mémoires, sont les inverses de certaines épicycloïdes planes ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. D'AVEZAC, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, fait hommage à l'Académie d'une brochure portant pour titre « Les navigations terre-neuviennes de Jean et Sébastien Cabot ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission composée des trois Sections d'Astronomie, de Géométrie et de Navigation, présente, par l'organe de M. DE TESSAN, la liste suivante de candidats pour la place devenue vacante au Bureau des Longitudes, par suite du décès de *M. Darondeau*, ingénieur hydrographe :

En première ligne. . . . . . . M. DE LA ROCHE PONCIÉ.
En seconde ligne . . . . M. GAUSSIN.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Programme d'un nouveau mode d'enseignement de la géométrie élémentaire; par M. FUIX. Amiens, 1867; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction de M. le Dr RENARD, 1868, nos 3 et 4. Moscou, 1869; 2 vol. in-8°.

Le tir et la chasse sous Napoléon III; par M. A. DE LOURMEL. Paris, 1870; in-12. (En épreuves.)

Annales academici CICICCCCLXIV-CICICCCCLXV. Lugduni-Batavorum, 1869; in-4°.

The... *Journal de la Société de Chimie,* avril à septembre 1869. Londres, 1869; in-8°.

Anniversary... *Réunion anniversaire de la Société de Chimie du* 3 *mars* 1869. Londres 1869; br. in-8°.

On... *Sur la théorie atomique; par* M. A.-W. WILLIAMSON. Londres, 1869; br. in-8°.

Elementi... *Éléments de géométrie; par* M. V. SABATO. Lecce, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles, t. Ier. Paris, 1869; in-8° avec atlas in-folio.

Carte géologique du versant occidental de l'Oural; par M. V. DE MÖLLER; 1869, collée sur toile, avec étui. (Présentée par M. de Verneuil.)

Météorologie religieuse et mystique; par M. E. GRELLOIS. Metz, 1870; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

E. Millon. — Sa vie, ses travaux de chimie, et ses études économiques et agricoles sur l'Algérie. Paris, 1870; in-8° avec portrait. (Présenté par M. Chevreul.)

Deuxième Mémoire sur les Foraminifères du système oolithique : zone à Ammonites Parkinsoni *de la Moselle; par* M. O. TERQUEM. Metz, 1869; in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Lettre à MM. les Membres de l'Académie des Sciences sur le Charles-et-Marie; *par* M. Charles DE BIRAGUE. Paris, 1869; in-12.

Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, t. III, 2e fascicule. Paris, 1869; in-8°.

Commission hydrométrique et des orages de Lyon, 1867 et 1868, 24e et 25e années. Lyon, 1869; 2 vol. in-8°.

List... *Liste des Membres de la Société géologique de Londres*, 1er novembre 1869. Londres, 1869; in-8°.

Rivista... *Revue scientifique et industrielle des principales découvertes et inventions faites pendant l'année* 1869; *par* M. G. VIMERCATI, t. Ier, 1869. Florence, 1869; in-18.

Bullettino... *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathéma-*

tiques et physiques, publié par M. B. BONCOMPAGNI, t. II, juillet 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Annuario... *Annuaire de l'Université de Coïmbre*, 1869-1870. Coïmbre, 1869; in-18.

Bijdrage... *Matériaux pour servir à la connaissance des langues et dialectes dans les îles de Luzon, Lesoeng, Panai, Hong-Hong, Balangingi, Solog, Sangi, et dans le nord et la partie moyenne des Célèbes; par* M. J.-G.-F. RIEDEL. Sans lieu ni date; br. in-4° avec une carte. (Présenté par M. Milne Edwards.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes. Tableau général du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1868. Paris, décembre 1869; grand in-4°.

L'année scientifique et industrielle; par M. LOUIS FIGUIER, 14e année, 1869, *contenant une carte du canal de Suez*. Paris, 1870; in-12.

Prairies et plantes fourragères; par M. ED. VIANNE. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8° avec 170 figures.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles; par M. J.-O.-Edmond PERRIER. 1re Thèse : *Recherches sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins*. 2e Thèse : *Propositions de Géologie et de Botanique données par cette Faculté*. Paris, 1869; in-4° avec planches. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Applicazione... *Applications de la méthode* Pasteur *pour la reproduction des graines indigènes de vers à soie; par* M. C. BELLOTTI. Milan, 1869; br. in-8°. (Extrait des *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles*.) (Présenté par M. le Maréchal Vaillant.)

Notizia... *Notice inédite relative à Bonaventure Cavalieri; par* M. Ferd. JACOBI. Rome, 1869; in-4°. (Extrait du tome II du *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques*.) (Présenté par M. Chasles.)

(La suite du Bulletin *au prochain numéro.)*

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« ZOOLOGIE. — **M. Aug. Duméril** fait les observations suivantes, à propos d'un ouvrage de *M. Jos. Bianconi*, de Bologne, ouvrage qui a pour titre : *Specimina zoologica mosambicana* (1850-1867), et dont il présente à l'Académie les dernières livraisons.

» Les zoologistes, qui sont déjà en possession de très-intéressants matériaux pour la connaissance de la faune du Mozambique, grâce au voyage et aux travaux de M. W. Peters, de Berlin, doivent se féliciter de l'achèvement de l'œuvre entreprise par M. Bianconi, puisqu'elle leur apporte un utile complément pour leurs études.

» Ce n'est point une faune complète que le Professeur de Bologne a voulu donner. Il informe, en effet, dès le début du livre, que son but est de faire connaître les animaux recueillis en Mozambique par le chevalier Ch. Fornasini, et dont celui-ci a fait présent au Musée de Bologne. Il est question, dans cet ouvrage, de toutes les classes, à l'exception des insectes, parce que l'examen de ces derniers a été confié aux soins de M. Jos. Bertoloni.

» Aux descriptions sont jointes des planches, qui représentent un assez grand nombre d'espèces de tous les groupes, et dont plus de la moitié est consacrée aux Reptiles, aux Batraciens et aux Poissons. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes, par le décès de *M. Darondeau*.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat,

M. de la Roche-Poncié obtient.	40 suffrages.
M. Gaussin.	3 »

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat,

M. Gaussin obtient. . . . . 43 suffrages.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie sera composée comme il suit :

En première ligne.	M. DE LA ROCHE-PONCIÉ.
En seconde ligne.	M. GAUSSIN.

MÉMOIRES LUS.

ART DES CONSTRUCTIONS. — *Sur un projet de communication à établir entre la France et l'Angleterre*. Note de M. VÉRARD DE SAINTE-ANNE. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Charles Dupin, Combes, de Saint-Venant.)

« .... Depuis des années déjà, l'Académie est saisie d'un projet de passage sous-marin entre la France et l'Angleterre. Postérieurement, deux autres projets se sont produits, qui consistent à établir un remblai complet entre les deux continents. Un autre projet, qui a reçu une grande publicité, a pour but la construction d'un pont en fil de fer au-dessus des eaux. Tout récemment encore, dans un meeting anglais, un autre projet a été préconisé; il consisterait à niveler le fond du canal, et à établir entre Douvres et Calais « un tube en fer forgé, qui reposerait au fond de la mer, et dans » l'intérieur duquel serait construit un chemin de fer atmosphérique. »

» L'Académie comprend d'avance que je ne saurais avoir ici la pensée d'entrer dans les détails de ces différentes combinaisons, et moins encore de chercher à démontrer, au point de vue pratique, ce qu'ils renferment de bon ou de mauvais.

» Le projet sur lequel je prends la liberté d'appeler l'attention particulière de l'Académie m'a été inspiré par un ensemble imposant de travaux accomplis sur différents points de l'Europe dont j'ai fait l'étude, et qui ne laissent aucun doute sur la possibilité de le mettre à exécution.

» Le premier plan de mon projet, indiqué par le dessin que j'aurai l'honneur de mettre sous les yeux de la Commission, consiste en un travail d'enrochement et de construction en béton, avec arches, qui laissera une liberté complète à la navigation de troisième ordre, c'est-à-dire aux mouvements des bateaux pêcheurs.

» Dans le second plan du dessin, les enrochements et les piles seront également en béton ; elles soutiendront le tablier d'un pont ouvert, en fer forgé, établi à une élévation suffisante pour laisser un libre cours à la navigation de deuxième ordre, c'est-à-dire à la navigation à vapeur.

» Le troisième plan, dont les bases et l'ensemble des matériaux sont de même nature que les deux qui précèdent, sera surmonté d'un pont tubulaire en fer, du modèle de celui que l'éminent ingénieur, M. Robert Stephenson, a fait construire il y a vingt ans, sous lequel naviguent librement les navires de commerce du plus grand tonnage, et ceux du plus haut bord de la marine militaire.

» Ces enrochements et passages, il est à peine besoin de le faire remarquer, peuvent être modifiés et combinés selon les besoins du passage des eaux et les mouvements de la navigation.

» Le centre du détroit, quatrième plan du dessin, consiste en un enrochement continu, ou île artificielle, dans lequel il sera ménagé à volonté des ouvertures, en nombre suffisant pour faciliter, soit le déversement des eaux, soit la libre circulation des bâtiments à voiles et à vapeur.

» En examinant la Carte qui porte les sondages et mes tracés, au nombre de dix, on est frappé du peu de profondeur des eaux, de la direction des courants, de celle des bancs de sable et de la facile exécution des travaux du passage.

» De tous les projets produits jusqu'ici, celui que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie et de soumettre à la haute appréciation de ses Membres me paraît répondre le plus complétement à tous les besoins, à toutes les exigences que comporte l'œuvre simple et grande dont il s'agit. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Colin** adresse à l'Académie un atlas in-folio, complétant son travail « sur les Trichines et la Trichinose ». Cet atlas renferme 80 figures, relatives aux formes diverses des kystes trichineux chez l'homme et les animaux domestiques, à leurs altérations, aux migrations des embryons dans les muscles, au développement de l'helminthe dans l'intestin et à son anatomie.

(Renvoi à la Commission du prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. G.-A. **Oskamp** adresse, de Willemsoord (Hollande), un Mémoire ayant pour titre « Théorie électro-statique ».

(Commissaires : MM. Faye, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. E. **Gaillet** soumet au jugement de l'Académie une « Description d'un nouveau système de labourage à la vapeur, au moyen d'une seule locomobile ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. G. **Barracano** adresse, de Naples, divers documents, imprimés ou manuscrits, concernant une méthode de traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Méhay** adresse la quatrième Partie de ses « Études sur la betterave à sucre », et prie l'Académie de vouloir bien la comprendre, avec les trois premières, parmi les pièces destinées au concours des prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon).

(Renvoi à la future Commission.)

M. **de Plagniol** adresse une Note concernant la maladie dite des *morts-flats* chez les vers à soie.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. **Chamard** adresse une nouvelle Lettre concernant la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Darget exprime le désir que l'Académie veuille bien lui faire connaître son opinion sur les divers travaux de Géométrie qu'il lui a adressés.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Causard prie l'Académie de considérer comme non avenues les pièces qu'il lui a adressées pour le concours relatif aux applications de l'électricité à la thérapeutique : il désire compléter ses recherches, avant de les lui soumettre définitivement.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de *M. Leymerie*, portant pour titres « Note sur l'origine et les progrès de la question relative au type garumnien » et « Nouvelles observations sur la non-existence de la houille dans les Pyrénées françaises, entre les gîtes extrêmes de la Rhune et des Cordières ».

HYDRODYNAMIQUE. — *Essai sur la théorie de l'écoulement d'un liquide par un orifice en mince paroi* (suite). Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Pour achever de déterminer $f(x, y)$, il faudrait trouver l'expression de φ, non-seulement pour les points intérieurs au vase, mais aussi pour ceux de la veine qui s'écoule. En supposant le mouvement permanent établi, les conditions à vérifier seraient, outre l'équation $\Delta_2 \varphi = 0$: 1° que les trois dérivées de φ en x, y, z sont nulles dans le vase à une distance infinie de l'origine; 2° que la troisième est nulle, en outre, sur la paroi où est percé l'orifice; 3° qu'en tous les points de la surface libre de la veine, dont l'équation est V^2 ou $\Delta_1^2 \varphi = 2gh$, la vitesse est tangente à cette surface, c'est-à-dire que celle-ci coupe normalement les surfaces $\varphi =$ const. jusqu'à celle de ces dernières, dite *section contractée*, qui est à peu près plane et sur toute l'étendue de laquelle on a sensiblement V^2 ou $\Delta_1^2 \varphi =$ const. Mais, faute de pouvoir résoudre cette question, je me contenterai d'étudier, en admettant une forme de la fonction f qui ne peut manquer d'être assez

approchée, les deux cas où l'ouverture est, soit une fente longitudinale de longueur indéfinie, à bords parallèles distants de $2b$, soit un cercle de rayon R.

» Dans le premier cas, l'axe des x étant supposé parallèle aux bords de l'orifice et à la distance b de chacun, f sera, par raison de symétrie, une fonction paire de y, indépendante de x. L'intégration par rapport à ξ pourra se faire dans le second membre de (1), et, si l'on appelle $-\xi_1$, ξ_2 les deux valeurs limites de ξ, constantes et très-grandes par rapport à x, y, z, η, on obtiendra, en négligeant des quantités très-petites qui disparaissent pour ξ_1, ξ_2 infinis,

$$(4) \quad \varphi = \frac{\log(4\xi_1\xi_2)}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} f(\eta)\,d\eta - \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} f(\eta)\log[z^2 + (\eta - y)^2]\,d\eta.$$

» Les dérivées de φ en z et en y seront, si l'on pose dans la première $\eta - y = zq$, et, dans la seconde, $\eta - y = \eta'$;

$$(5) \quad \begin{cases} w \text{ ou } \dfrac{d\varphi}{dz} = -\dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(y+zq)}{1+q^2}\,dq, \\ v \text{ ou } \dfrac{d\varphi}{dy} = -\dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{0}^{\infty} \frac{f(y-\eta') - f(y+\eta')}{z^2+\eta'^2}\,\eta'd\eta'. \end{cases}$$

» Pour $z = 0$, il vient bien $w = -f(y)$. Quant à l'expression de v, si y est plus grand que b, $f(y+\eta')$ y est nul, et l'on peut n'y faire aller η' que de $y-b$ à $y+b$, car $f(y-\eta') = 0$ en dehors de ces limites; pour y compris entre zéro et b, il suffit de faire croître η', d'abord de zéro à $b-y$, puis, en négligeant $f(y+\eta')$, de $b-y$ à $b+y$.

» La fonction f, étant paire et devant s'annuler pour $y=0$ et $y=b$, est de la forme

$$(6) \quad f(y) = \left(c + c'\frac{y^2}{b^2} + c''\frac{y^4}{b^4} + \ldots\right)\frac{y^2}{b^2}\left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right).$$

Il est assez naturel d'admettre qu'on peut y faire nuls, à une première approximation, les coefficients c', c'',..., pour ne garder que c. Alors v, calculé d'après (5) pour le bord de l'orifice, vaudra $-2c$ divisé par 3π, et, comme ce résultat doit être égal à $-\sqrt{2gh}$, il viendra

$$(7) \quad c = \frac{3\pi}{2}\sqrt{2gh}, \quad \text{dépense} = \int_{-b}^{b} f(y)\,dy = \frac{\pi}{5}\cdot 2b\sqrt{2gh} = 0{,}6283 \times 2b\sqrt{2gh}.$$

» Ainsi le coefficient de dépense doit être sensiblement 0,628, lorsque

l'orifice est un rectangle, et que les mouvements se font dans des plans perpendiculaires à ce rectangle et parallèles à une de ses dimensions. Et, en effet, M. Lesbros lui a trouvé une valeur comprise entre 0,614 et 0,639, dans le cas d'un orifice vertical de $0^{m},05$ de hauteur, c'est-à-dire assez large pour ne pas offrir beaucoup de prise aux frottements et à l'action capillaire, tout en étant très-étroit par rapport à la distance des bords du rectangle à la surface libre et au fond, conditions que suppose notre analyse.

» Les vitesses données par les formules (4) et (6) sont symétriques par rapport au plan des zx et ne changeront pas si ce plan devient une paroi, c'est-à-dire si l'orifice, rectangulaire et, par exemple, vertical, a son bord inférieur au niveau du fond horizontal du réservoir, fond qu'on suppose prolongé au dehors, et s'il est de base indéfinie, ou bien, si, ayant sa base finie, il est limité latéralement par des parois du réservoir perpendiculaires à cette base et prolongées également au dehors. Le coefficient de dépense sera donc encore 0,628 : ce qui est bien, à très-peu près, conforme aux résultats des expériences de M. Lesbros.

» Passons actuellement au cas d'un orifice circulaire de rayon R, et soient r la droite, parallèle au plan des xy, menée de l'axe des z à un point quelconque (x, y, z), θ l'angle de cette droite avec l'axe des x. La fonction f sera, par raison de symétrie, de la forme $f(x^2+y^2)$ ou $f(r^2)$, et, si, dans le dernier membre de (1), où $x = r\cos\theta$, $y = r\sin\theta$, l'intégration par rapport à ω se fait, non pas de zéro à 2π, mais, ce qui revient au même, de θ à $\theta + 2\pi$, on pourra remplacer $\omega - \theta$ par ω', et φ ne dépendra que de r et de z. La vitesse horizontale sera dirigée suivant le rayon r; elle s'obtiendra en multipliant respectivement l'expression (3) de u et l'expression pareille de v par $\cos\theta$, $\sin\theta$, et ajoutant, ou, plus simplement, en faisant, dans (3), $x = r$, $y = 0$. On aura ainsi

$$(8)\quad \frac{d\varphi}{dr} = -\frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\omega\, d\omega \int_0^{\infty} \frac{f(r^2+\rho^2-2r\rho\cos\omega) - f(r^2+\rho^2+2r\rho\cos\omega)}{(z^2+\rho^2)^{\frac{3}{2}}}\,\rho^2\, d\rho.$$

» Pour $r > \mathrm{R}$, $f(r^2 + \rho^2 + 2r\rho\cos\omega)$ est nul, et il suffit de faire varier ρ entre les limites $r\cos\omega \mp \sqrt{\mathrm{R}^2 - r^2\sin^2\omega}$, et ω entre les limites zéro et $\arcsin\frac{\mathrm{R}}{r}$; pour $r < \mathrm{R}$, il faudra faire croître ω de zéro à $\frac{\pi}{2}$, et ρ, pour chaque valeur de ω, d'abord de zéro à $-r\cos\omega + \sqrt{\mathrm{R}^2 - r^2\sin^2\omega}$, puis, en négligeant $f(r^2+\rho^2+2r\rho\cos\omega)$, de cette dernière limite à $r\cos\omega + \sqrt{\mathrm{R}^2 - r^2\sin^2\omega}$.

En particulier, la vitesse sur le contour de l'orifice sera

$$(9)\qquad \sqrt{2gh} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\omega\, d\omega \int_0^{2R\cos\omega} f(R^2+\rho^2-2R\rho\cos\omega)\frac{d\rho}{\rho}.$$

» Les considérations employées pour établir la formule (6) donneront

$$(10)\qquad f(r^2) = \left(c + c'\frac{r^2}{R^2} + c''\frac{r^4}{R^4} + \ldots\right)\frac{r^2}{R^2}\left(1-\frac{r^2}{R^2}\right);$$

seulement, les actions qui rendent la vitesse très-petite vers le milieu de l'orifice auront plus d'effet que dans le cas de la formule (6), parce qu'elles s'exerceront tout autour de l'origine, et non plus dans le seul sens de l'axe des y; donc le développement de $f(r^2)$ devra commencer par une puissance de r supérieure à la seconde, et l'on aura une première approximation en faisant nuls $c, c'', \ldots$, et ne gardant que c'. Alors la relation (9) donne c' égal à $3^2 5^2 7\pi\sqrt{2gh}$ divisé par 628 (*), et l'on trouve ensuite

$$(11)\qquad \text{dépense} = 2\pi\int_0^R f(r^2)\, r\, dr = \frac{c'}{12}\pi R^2 = 0{,}6566\pi R^2\sqrt{2gh}.$$

(*) En général, si l'on appelle s le quotient de ρ par R, et qu'on suppose nuls tous les coefficients $c, c', c'', \ldots$, à l'exception de $c^{(n-1)}$, la relation (9) devient aisément

$$\sqrt{2gh} = \frac{c^{(n-1)}}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} A_n \cos^2\omega\, d\omega, \quad \text{où} \quad A_n = \int_0^{2\cos\omega} (1+s^2-2s\cos\omega)^n ds.$$

D'ailleurs, une intégration par parties, suivie de quelques transformations faciles, donne la formule

$$A_n = \frac{2\cos\omega}{2n+1}\left[1 + n\sin^2\omega\,\frac{A_{n-1}}{\cos\omega}\right],$$

d'où l'on déduira $A_1, A_2, A_3, \ldots$ à partir de A_0.

On passerait sans difficulté de ce cas, pour le calcul du second membre de (9), à celui où l'on conserverait dans la relation (10) plusieurs coefficients, dont l'expérience serait ensuite appelée à déterminer les rapports. Mais je crois que ce calcul ne serait pas très-utile, si l'on continuait à négliger les frottements et les autres causes perturbatrices, telles, par exemple, dans le cas d'ouvertures très-petites, que l'épaisseur de la paroi où est percé l'orifice; car l'erreur que l'on commet sur la dépense en ne gardant que c' doit provenir surtout de ces causes. La preuve que leur influence est assez sensible se trouve dans les variations du coefficient effectif de la dépense avec la charge et le rayon de l'ouverture, tandis qu'au contraire les conditions données plus haut pour déterminer $f(x, y)$ conduisent pour tous les orifices de même forme, ainsi qu'on le reconnaît sans avoir besoin d'intégrer, à des veines semblables, à des vitesses pareillement distribuées et proportionnelles à la racine carrée de la charge, et, par suite, à un coefficient de dépense constant.

» L'expérience montre que le coefficient de dépense, au lieu d'être exactement 0,6566, se trouve égal ou un peu supérieur à 0,62, quand le rayon n'est pas très-petit, tandis qu'il devient sensiblement plus grand pour des rayons inférieurs à $0^{m},01$.

» Observons que ce coefficient doit peu varier avec la forme de l'orifice, puisqu'il est presque le même dans les deux cas, les plus opposés possible, d'un orifice circulaire et d'un orifice rectiligne infiniment allongé. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Remarques concernant le procédé employé par* M. Adams *pour produire les dépôts de nickel.* Extrait d'une Lettre de **M. Gaiffe** à M. le Secrétaire perpétuel.

«... Malgré les travaux de MM. Smee, Becquerel, Jacobi et tant d'autres, malgré les qualités bien connues du nickel, la galvanoplastie de ce métal n'était pas sortie du laboratoire, et toutes les tentatives faites depuis vingt ans par l'industrie, pour en tirer parti, étaient demeurées infructueuses. Il restait donc quelque chose à trouver.

» Sans doute, tous les procédés peuvent servir à déposer le nickel; mais, jusqu'à présent, ceux qu'a indiqués M. Adams donnent seuls la marche sûre, régulière et économique sans laquelle une exploitation est impossible. Sans doute, la présence de la potasse, de la soude, de la magnésie, etc., etc., n'est pas un obstacle absolu à la formation du dépôt; mais les chlorure et sulfate doubles et neutres de nickel et d'ammoniaque, qui ne contiennent pas trace d'alcali fixe, peuvent seuls, jusqu'à présent, fournir des bains qui s'entretiennent par un anode soluble, et n'ont jamais besoin d'être renouvelés.

» Ce que j'avance ici me parait incontestable, puisque, quand partout ailleurs les résultats sont encore discutables, les États-Unis possèdent déjà dix usines qui livrent à la consommation des objets de toute nature couverts de nickel. »

« **MM. Becquerel** se bornent, à propos de la Lettre précédente, à renvoyer aux réponses qu'ils ont faites dans les deux dernières séances de l'Académie (1). Ils font remarquer encore l'inexactitude des assertions énoncées antérieurement, savoir : que la présence de la potasse et de la soude nuit

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 124 et 137.

au dépôt de nickel, puisqu'ils ont montré que ce dépôt avait lieu avec des doubles combinaisons contenant ces bases avec addition d'ammoniaque. Quant à la distinction que l'auteur de la Lettre veut faire entre un procédé de laboratoire et un procédé industriel, elle n'a pas raison d'être, puisque les deux procédés sont semblables et qu'il suffit d'appliquer le premier pour qu'il devienne industriel. »

CHIMIE. — *Sur la transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble sous l'influence de la lumière.* Note de **M. A. Lallemand.**

« Depuis les recherches de M. Schrœtter sur les états allotropiques du phosphore, on sait que la lumière agit sur ce corps pour le transformer en phosphore rouge. Cet agent se comporte de la même manière à l'égard du soufre, et voici dans quelles circonstances j'ai observé cette modification moléculaire du soufre soluble. Si l'on enferme dans un matras de verre, scellé à la lampe, une solution concentrée de soufre dans le sulfure de carbone et qu'on la soumette à l'action des rayons solaires concentrés par une lentille de quartz ou de verre, on voit se former en quelques secondes, au point où le faisceau lumineux pénètre dans la solution, une tache jaunâtre de soufre insoluble, dont l'épaisseur s'accroît rapidement; en même temps, l'intensité de la lumière émergente s'affaiblit de plus en plus. Sur le trajet du faisceau et surtout dans le voisinage du point d'incidence, la solution se trouble, en se chargeant de particules extrêmement ténues de soufre insoluble. L'analyse prismatique de la lumière émergente montre que le spectre lumineux manque de tous les rayons compris entre les raies G et H et que le spectre ultra-violet a disparu en entier; depuis la raie A jusqu'à la raie G, au contraire, le spectre lumineux est resté intact, et ne renferme pas d'autres raies que celles du spectre solaire. C'est donc la force vive correspondante aux rayons chimiques qui a été absorbée par la solution, et employée au travail moléculaire qu'exige la transformation du soufre soluble en soufre amorphe.

» Le phosphore en dissolution dans le sulfure de carbone donne lieu au même phénomène. On voit aussi se former, au point où pénètre le filet lumineux, une tache jaune de phosphore amorphe, qui devient ensuite d'un rouge brun; mais l'action est moins vive qu'avec le soufre, et exige plus de temps. On reconnaît en effet que la lumière émergente renferme encore tous les rayons lumineux. Il n'y a d'affaiblissement sensible que dans le voisinage de la raie H; au delà de cette raie, les substances phosphores-

cente révèlent encore la présence des rayons chimiques les moins réfrangibles; mais, après la raie N du spectre chimique, tous les rayons ont disparu ».

PHYSIQUE. — *Action du magnétisme sur les gaz raréfiés*. Note de **M. L. Daniel**, présentée par M. Cahours.

« Plücker et M. de la Rive ont étudié, à des points de vue différents, l'action du magnétisme sur les décharges électriques à travers les gaz raréfiés (1), et, tout récemment, M. Trève a publié sur la même question un travail très-intéressant.

» J'ai, de mon côté, fait, sur le même sujet, un grand nombre d'expériences, et je crois nécessaire de faire connaître les principaux résultats auxquels je suis parvenu.

» Les tubes dont je me suis servi n'ont pas la forme ordinaire des tubes de Geissler. Ils se composent tous d'un tube de verre, de 3 à 5 millimètres de diamètre, contourné en anneau; de deux points diamétralement opposés partent deux tubes droits qui reçoivent les électrodes métalliques. Le diamètre intérieur de l'anneau est de $0^m,05$. En prenant, comme pôles de l'électro-aimant de Faraday, deux cylindres de fer du même diamètre ($0^m,05$), et en fixant le tube entre ces deux pôles aussi rapprochés que possible, j'arrive à utiliser toute la puissance de l'électro-aimant. Aussi les phénomènes sont-ils très-nets, alors que l'électro-aimant n'est excité que par huit éléments de Bunsen.

» La bobine dont j'ai fait usage est de grandeur moyenne, et le courant inducteur qui la met en activité est fourni par trois ou quatre éléments.

» I. *Tube à gaz hydrogène.* — Le diamètre sur lequel se trouvent les électrodes étant placé horizontalement, le courant passe tantôt par la partie supérieure, tantôt par la partie inférieure de l'anneau, souvent des deux côtés en même temps; il devrait toujours se bifurquer, si les deux parties du tube étaient parfaitement symétriques. Sous l'influence du magnétisme, le courant ne passe que dans une des moitiés de l'anneau, et il passe dans l'autre moitié dès qu'on change la direction : il va toujours dans le sens des *courants* de l'aimant.

» Quand l'aimant est inactif, la lumière a une teinte violacée, assez faible, *occupant toute la section du tube.* Le spectre qu'elle fournit est incomplet et sans éclat.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 346 et 238.

» Avec l'aimant, la lumière devient très-vive; mais ce n'est plus qu'un *trait de feu*, rampant à la surface du tube, du côté de la courbure extérieure de l'anneau : le courant suit le chemin le plus long, et le tube cesse d'être lumineux du côté le plus voisin des pôles de l'aimant. Le spectre du gaz est alors dans tout son éclat.

» II. *Tube renfermant de l'hydrogène très-raréfié.* — Ce tube a la même forme extérieure que le précédent, mais il renferme, comme les tubes de Holtz, des cloisons en forme d'entonnoir, trois dans chaque moitié, soudées de telle sorte que, si l'anneau était développé, les six pointes se trouveraient dirigées vers la même extrémité.

» Ce tube fonctionne bien comme tube de Holtz, c'est-à-dire que le courant va toujours de la pointe à la base des entonnoirs; une moitié seulement de l'anneau s'illumine, tantôt l'une, tantôt l'autre, selon le sens du courant.

» Avant l'aimantation, les pointes des entonnoirs sont d'un beau rouge, et les espaces qui séparent ces entonnoirs sont remplis par une lumière parfaitement stratifiée.

» Sous l'influence du magnétisme, *sollicitant le courant dans le même sens que les pointes*, les stratifications disparaissent; elles sont remplacées par une lumière *blanche*, très-vive, en bande très-étroite, qui suit toujours le chemin le plus long. Les parties droites du tube s'illuminent très-fortement, mais d'un côté seulement, du côté qui fait suite à la courbure de l'anneau parcourue par le courant. Le spectre de l'hydrogène est alors très-complet et très-lumineux.

» Si les pointes n'agissent pas dans le même sens que le magnétisme, on voit, dans les intervalles qui séparent les entonnoirs, la lumière se porter vers la courbure intérieure de l'anneau : le pouvoir que possèdent les pointes de diriger le courant l'emporte alors sur l'action du magnétisme.

» III. Plusieurs tubes contenant de l'air, de l'oxygène, ou de l'azote, les uns cloisonnés, les autres sans cloisons, m'ont donné les mêmes résultats généraux; mais, sous l'influence du magnétisme, leur lumière *faiblit, en changeant de teinte.*

» Si, dans les expériences précédentes, toute la matière que renferment les tubes se trouve rejetée vers leur contour extérieur ou intérieur, de telle sorte que tout se passe comme s'ils devenaient subitement capillaires, sous l'influence du magnétisme, la résistance de ces tubes doit augmenter.

» Pour constater ce fait, j'adapte à la bobine un circuit secondaire muni d'un excitateur, et j'écarte les deux boules polaires de cet excitateur, de

telle sorte que la couche d'air interposée ait une résistance très-peu supérieure à celle du tube. *Avant l'aimantation, le courant passe par le tube; après, il passe par l'excitateur : le magnétisme augmente donc la résistance du conducteur gazeux que renferme le tube.*

» Si le gaz est très-bon conducteur, comme l'hydrogène, il peut arriver que, malgré l'influence du magnétisme, le courant passe alternativement par le tube et par l'excitateur, de préférence cependant par l'excitateur. Mais, si à la bobine est annexé un condensateur à armures mobiles, on peut, au moyen de ce condensateur, donner au courant une *intensité* pour laquelle l'expérience est toujours très-nette : avant l'aimantation le tube seul s'illumine ; après, il reste obscur, et une vive étincelle jaillit dans l'air.

» Afin que l'on ne puisse pas objecter que la résistance des tubes augmente à cause de l'échauffement qu'ils éprouvent, je renverse l'ordre des phénomènes, en faisant agir tout d'abord l'électro-aimant sur le gaz raréfié. Le courant de la bobine se manifeste alors par une série d'étincelles qui jaillissent dans l'air : l'aimant supprimé, le courant passe par le tube.

» De ces expériences je crois pouvoir conclure que les courants lumineux des tubes de Geissler se comportent, relativement aux changements de résistance qu'ils éprouvent, comme des conducteurs métalliques. Si les tubes présentent, à cause de la conductibilité du gaz, une résistance très-faible par rapport à celle du circuit tout entier, le magnétisme diminuant la section du conducteur gazeux qu'ils renferment, l'intensité de la lumière doit augmenter. Mais si la résistance du gaz est considérable, et qu'elle s'accroisse outre mesure par l'action du magnétisme, l'intensité du courant de la bobine diminue : la lumière doit alors faiblir et peut même s'éteindre.

» On peut, dans ces expériences, remplacer la bobine par la machine de Holtz. Les phénomènes généraux restent les mêmes. »

CHIMIE. — *Sur la chaleur de combinaison du bore avec le chlore et avec l'oxygène.* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le bore et le silicium n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucune détermination calorimétrique, quoique les chimistes aient souvent signalé l'intérêt qui s'attache aux chaleurs de combustion de ces corps et en particulier à celle du silicium, qui fonctionne utilement comme combustible dans plusieurs opérations métallurgiques. C'est que les propriétés des produits de l'oxydation du bore et du silicium rendent impossible toute détermination directe de la chaleur de combustion de ces deux corps. Il faut nécessaire-

ment, pour obtenir ces constantes, prendre une voie détournée et passer par des combinaisons intermédiaires, ce qui complique le problème à résoudre. Ainsi, pour le silicium, inattaquable à froid par tous les corps simples et par les acides isolés, nous avons dû avoir recours à l'acide nitrofluorhydrique, seul réactif ayant la propriété d'attaquer, à la température ordinaire, les diverses variétés du silicinm. Cette réaction précieuse ne nous a permis elle-même que de déterminer la différence des chaleurs de combustion du silicium sous ses divers états. Pour avoir la chaleur de combustion de l'une de ces variétés, le silicium amorphe, nous avons dû disposer l'expérience de manière à rendre possible l'attaque du silicium amorphe par le chlore dans le moufle du calorimètre. C'est ce que nous avons réalisé en mêlant à ce silicium une petite quantité de bore amorphe. Le chlore, en arrivant sur ce mélange, dégageait par sa combinaison avec le bore assez de chaleur pour porter au rouge quelques points du silicium, et l'attaque une fois commencée pouvait se continuer et se compléter. Les chlorures de bore et de silicium formés étaient, dans le calorimètre même, mis en contact avec de l'eau, au fur et à mesure de leur production. Pour déduire de cette expérience les résultats dus à l'attaque du silicium par le chlore et à la réaction du chlorure de silicium sur l'eau, il nous a fallu, dans une première série d'expériences, qui font le sujet de cette Note, déterminer la chaleur dégagée dans la combinaison du bore avec le chlore, et avec l'oxygène. Nous allons décrire successivement les différentes opérations que nous avons faites dans le calorimètre à plusieurs moufles de M. Favre.

» I. *Chaleur dégagée dans la combinaison du chlore avec le bore.* — En faisant arriver dans le moufle du calorimètre du chlore sec sur du bore amorphe, nous avons déterminé la formation directe du chlorure de bore avec grand dégagement de chaleur. Mais ce produit étant trop volatil pour être condensable à la température de l'appareil, nous avons dû le faire réagir au fur et à mesure de sa formation sur de l'eau placée au fond du même moufle. Pour obtenir ce résultat nous avons employé un tube en verre deux fois replié sur lui-même de manière à présenter trois branches verticales. Dans la première branche, par laquelle arrivait le chlore, nous avons placé le bore après avoir garni intérieurement les parois du tube avec des feuilles minces de mica, pour éviter la rupture au moment où la combinaison se produit avec chaleur et lumière (1). Le chlorure de bore

(1) Cette disposition permet de mesurer la chaleur dégagée par des combustions vives réalisées dans l'appareil destiné aux combustions lentes.

formé sortait par l'extrémité inférieure de la troisième branche qui plongeait d'une très-petite quantité dans l'eau. Les vapeurs qui échappaient à l'action de l'eau dans ce premier moufle étaient reçues dans une nouvelle quantité de ce liquide placée dans un second moufle du même calorimètre. Cette dernière portion de liquide était à la fin de l'expérience refoulée dans le premier moufle, de manière à noyer le tube où s'était faite la combustion et à établir rapidement l'équilibre de température en tous les points.

» La chaleur dégagée et mesurée était donc la somme de la chaleur de la combinaison du bore avec le chlore et de celle de la combinaison du chlorure avec l'eau ou de leur décomposition mutuelle. Pour déduire de cette expérience la chaleur de combustion du bore dans le chlore, il faut d'abord connaître la chaleur que peut dégager le poids de chlorure de bore formé en réagissant sur la quantité d'eau placée dans le calorimètre.

» Nous avons déterminé cette chaleur en faisant, dans une expérience spéciale, réagir un poids convenable de chlorure de bore préparé d'avance sur de l'eau placée dans le calorimètre, et en quantité telle, que le rapport de son poids à celui du chlorure de bore employé fût exactement le même que dans l'expérience précédente. Nous avons constaté ainsi que 1 équivalent de chlorure de bore dégage, en réagissant sur 140 fois son poids d'eau, 79200 calories.

» En retranchant le nombre fourni par la seconde expérience du résultat obtenu par la première, nous avons obtenu comme moyenne de six expériences concordantes le nombre 104000 calories pour la chaleur que dégage 1 équivalent de bore en se combinant avec 3 équivalents de chlore.

» II. *Chaleur dégagée dans la combinaison du bore avec l'oxygène.* — La première expérience décrite plus haut, c'est-à-dire la formation du chlorure de bore et sa réaction sur l'eau, nous a donné comme produit définitif un liquide que l'on peut regarder comme formé d'acide borique et d'acide chlorhydrique en dissolution très-étendue. Pour en déduire la somme des quantités de chaleur dégagées dans la combinaison du bore avec l'oxygène et dans la combinaison de l'acide borique avec l'eau, il nous a suffi d'emprunter un des nombres déterminés par M. Favre. Ce savant a montré que chaque équivalent d'acide chlorhydrique très-étendu, produit par l'action du chlore sur l'eau en présence d'un corps oxydable, s'accompagne d'un dégagement de 6800 calories. En retranchant du dégagement total de chaleur fourni par la première expérience autant de fois 6800 calories qu'il s'y est formé d'équivalents d'acide chlorhydrique, nous supprimons le dégagement calorifique dû à l'intervention du chlore dans la

réaction, et nous obtenons la chaleur produite par la formation de l'acide borique en solution dans l'acide chlorhydrique étendu.

» Pour passer de cette quantité de chaleur à celle que donnerait le bore en formant, non plus de l'acide borique dissous, mais de l'acide borique fondu, il nous a fallu en retrancher la chaleur que dégage un poids d'acide borique anhydre égal à celui qui s'est produit dans l'expérience, en se dissolvant dans un même poids d'acide chlorhydrique au même état de dilution. Cette dernière détermination a été obtenue par plusieurs expériences préliminaires très-concordantes.

» Le calcul de nos expériences donne pour la chaleur de combustion de 1 équivalent de bore, passant à l'état d'acide borique anhydre, 158620 calories. L'ensemble des résultats nouveaux que nous avons obtenus est consigné dans le tableau suivant :

Bore amorphe.	Par équivalent.	Par gramme.
Chaleur dégagée dans la combinaison du bore avec l'oxygène......................	158600	14420
Chaleur dégagée dans la combinaison du bore avec le chlore......................	104000	9455
Chaleur dégagée dans la réaction du chlorure de bore sur 140 fois son poids d'eau......	79200	7200

» Ces nombres ont été obtenus avec le bore amorphe préparé en traitant le borax fondu par le sodium. Le produit, bien épuisé par l'eau, a été purifié successivement par les acides chlorhydrique, fluorhydrique et nitrofluorhydrique, puis lavé de nouveau et enfin desséché dans le vide en présence de l'acide sulfurique. Pendant tout le cours de la purification, on a évité toute élévation de température capable de faire perdre au bore la propriété de s'enflammer à la température ordinaire dans le chlore. Les nombres qui précèdent se rapportent donc tous à la variété de bore amorphe la plus altérable. Nous nous occupons en ce moment de déterminer la chaleur de combustion des autres variétés du bore.

» Dans notre prochaine Communication, nous ferons connaître la chaleur de combustion du silicium et les applications qu'on en peut faire. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Partage d'une quantité limitée d'acide entre deux bases employées en excès.* Note de **M. Ed. Landrin**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» Dans cette Note, je me propose d'étudier comment une quantité limitée d'acide se partage entre deux bases employées en excès. Mes premières recherches ont porté sur l'acide azotique.

» Les deux bases que j'ai d'abord mises en contact avec cet acide sont l'oxyde de plomb (massicot) et l'oxyde de zinc. Voici comment étaient faites les expériences : on mélangeait intimement 10 grammes ou 5 grammes de chaque oxyde avec 100 centimètres cube d'eau, et, dans le liquide en agitation, on laissait tomber goutte à goutte 10 centimètres cubes d'une solution d'acide azotique, dont le titre était déterminé d'avance. On filtrait la liqueur, on lavait avec soin les oxydes non dissous et on dosait séparément dans la liqueur filtrée chacun des oxydes. J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

	Expér. n° 1.	Expér. n° 2.	Expér. n° 3.
Oxyde de zinc (ZnO).........	2,108	2,110	2,115
Oxyde de plomb (PbO).......	1,443	1,440	1,436
Acide azotique (AzO^5)........	3,492	3,492	3,492
	7,043	7,042	7,043

» De la moyenne de ces résultats, on déduit facilement, par le calcul, la composition en centièmes de la liqueur :

Oxyde de zinc........................	29,93
Oxyde de plomb......................	20,49
Acide azotique........................	49,58
	100,00

» Enfin, si l'on cherche comment s'est partagé l'acide azotique entre les deux bases, on trouve :

Acide azotique combiné à l'oxyde de zinc...	2,793
Acide azotique combiné à l'oxyde de plomb..	0,699

nombres qui sont entre eux comme 1 est à 4.

» Ainsi la composition pour 100 montre que la somme des poids d'oxyde de zinc et d'oxyde de plomb combinés est sensiblement égale au poids de l'acide azotique que l'on a fait réagir, et que les quantités d'oxyde sont entre elles comme 2 est à 3. De plus, le calcul montre que, pour 1 équivalent d'oxyde de plomb, il y a 4 équivalents d'oxyde de zinc dissous.

» Ayant voulu répéter ces expériences avec d'autres oxydes, j'ai pu facilement me convaincre que souvent un seul oxyde était attaqué par l'acide azotique et que la préparation de la base employée influençait la réaction (1). J'ai alors agi sur des mélanges de carbonates au lieu d'employer

(1) C'est ainsi que l'acide azotique mis en présence d'un mélange d'oxyde de zinc et d'oxyde de cuivre n'attaque pas l'oxyde de cuivre, tandis qu'il décompose à la fois le carbonate de zinc et le carbonate de cuivre mélangés.

des mélanges d'oxydes, et j'ai pu voir, en me basant sur les expériences précédentes, que la présence de l'acide carbonique ne changeait pas le partage de l'acide. En effet, en faisant réagir l'acide azotique sur un mélange de carbonate de plomb et de carbonate de zinc, j'ai trouvé les résultats suivants :

	Expér. n° 1.	Expér. n° 2.
Oxyde de plomb	1,440	1,550
Oxyde de zinc	2,472	2,520
Acide azotique	3,972	4,089
	7,884	8,159

» Composition en centièmes :

Oxyde de plomb	18,26	18,99
Oxyde de zinc	31,35	30,85
Acide carbonique	50,39	50,16
	100,00	100,00

» Ce qui conduit sensiblement aux mêmes nombres que ceux trouvés plus haut pour les proportions équivalentes d'oxyde de zinc et d'oxyde de plomb dissous.

» Ceci posé, j'ai trouvé les résultats suivants, en opérant sur divers mélanges de carbonates :

» 1° Carbonates d'oxyde de zinc et de baryte : pour 1 équivalent d'oxyde de zinc, il y a 2 équivalents de baryte dissous;

» 2° Carbonates d'oxyde de zinc et d'oxyde de cuivre : pour 1 équivalent d'oxyde de cuivre, il y a 3 équivalents d'oxyde de zinc dissous;

» 3° Carbonates de chaux et d'oxyde de zinc : pour 1 équivalent d'oxyde de zinc, il y a 1 équivalent de chaux dissous;

» 4° Carbonates d'oxyde de zinc et d'oxyde de plomb : pour 1 équivalent d'oxyde de plomb, il y a 4 équivalents d'oxyde de zinc dissous;

» 5° Carbonates d'oxyde de plomb et d'oxyde de cuivre : pour 3 équivalents d'oxyde de plomb, il y a 4 équivalents d'oxyde de cuivre dissous.

» Ces résultats semblent montrer, dans le cas particulier où nous nous plaçons, que les proportions équivalentes d'oxydes dissous sont entre elles comme des nombres très-simples : 1 est à 2, à 3, à 4; 3 est à 4, etc. De plus, il paraît exister une certaine relation entre la formation plus ou moins grande du sel et sa solubilité dans l'eau.

» Dans une prochaine Communication, je me propose d'examiner si cette loi est générale et si elle s'applique aussi bien à d'autres acides, notamment aux acides sulfurique et chlorhydrique. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Sur la cause de l'inégalité des pertes d'acide oxalique dans le voisinage des pôles; nature de l'acide oxalique en dissolution dans l'eau.* Note de **M. E. Bourgoin**, présentée par M. Bussy.

« Lorsque le courant traverse de l'eau acidulée, bien que la quantité d'acide électrolysé soit la même pour chaque pôle, néanmoins les quantités d'acide que l'on retrouve à la fin de l'expérience dans chaque compartiment sont très-variables. On peut distinguer les cas suivants :

» *Premier cas.* — L'acide se concentre régulièrement au pôle positif. A cette catégorie appartiennent les acides sulfurique, phosphorique, azotique, acétique, succinique, benzoïque, camphorique, etc. Tantôt l'acide se retrouve en totalité à la fin de l'expérience, comme dans le cas de l'acide sulfurique; tantôt une certaine quantité d'acide est détruite, soit par réduction, comme cela a lieu pour l'acide azotique, soit par oxydation, comme on le remarque pour les acides organiques en général.

» *Deuxième cas.* — La perte est nulle au pôle positif. C'est ce qui a lieu pour l'acide formique, par exemple, la moitié de l'acide électrolysé se régénérant dans le compartiment positif.

» *Troisième cas.* — Les deux compartiments s'appauvrissent en même temps. Exemples : acides lactique, citrique, tartrique, et en général tous les acides très-oxydables.

» Lorsque l'on opère sur un de ces derniers acides, c'est ordinairement le compartiment négatif qui éprouve la perte la plus grande, sans doute par la raison qu'une partie de l'acide électrolysé se régénère au pôle positif. Il y a cependant une exception à cette dernière règle, c'est celle qui a trait à l'acide oxalique : les deux compartiments s'appauvrissent, mais la perte la plus grande a lieu dans le compartiment positif. La présente Note a pour objet de faire connaître la cause à laquelle il faut attribuer ce singulier phénomène.

» Plusieurs expériences concordantes ont été exécutées de la manière suivante : une solution aqueuse d'acide oxalique, divisée en deux parties égales, a été électrolysée de manière à recueillir tout l'hydrogène qui se dégage; à la fin de chaque expérience, les liquides de chaque compartiment ont été séparés, puis analysés. Voici le détail de l'une de ces opérations :

Solution d'acide oxalique..........	Compartiment positif.	30^{cc}
	» négatif.	30^{cc}

» 1° En considérant le gaz dégagé, on trouve :

Gaz hydrogène recueilli	140^{cc},5
Température	10°
Pression corrigée	0^m,759

» On a donc pour le poids du gaz :

$$P = 0{,}0000896 \times 140{,}5 \frac{1}{1 + (0{,}00366 \times 10)} \frac{0{,}759 - 0{,}0091}{0{,}76} = 0{,}012;$$

» 2° Quant à l'acide,

0,494 (SHO^4), ayant exigé pour la saturation		388,5	div. de baryte,
la solution négative a exigé	avant l'expérience	1071,0	»
	après »	993,0	»

» Comme il n'y a aucune complication dans le compartiment négatif, ainsi qu'on le verra plus loin, le nombre de divisions électrolysées est égal à 2(1071 − 993) = 156; d'où l'on déduit

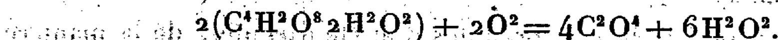
$$C^4H^2O^8 = \frac{90 \times 0{,}494 \times 156}{98 \times 388{,}5} = 0{,}1824,$$

$$H^2 = \frac{2 \times 0{,}1824}{90} = 0{,}004.$$

» Il résulte de là que la quantité d'hydrogène contenue dans l'acide électrolysé est exactement trois fois plus faible que celle qui a été obtenue directement; d'où il suit que le groupement qui a subi l'action du courant n'est pas $C^4H^2O^8$, mais bien $C^4H^2O^8 2H^2O^2$:

$$C^4H^2O^8 2H^2O^2 = \underbrace{(2C^2O^4 + 2O^2)}_{\text{Pôle positif.}} + \underbrace{3H^2}_{\text{Pôle négatif.}} \quad (1).$$

» Comme il ne se dégage que de l'acide carbonique pur au pôle positif, pendant toute la durée de l'expérience, on en conclut que l'oxygène mis en liberté brûle une quantité correspondante d'acide oxalique :



$$2(C^4H^2O^8 2H^2O^2) + 2O^2 = 4C^2O^4 + 6H^2O^2.$$

Ainsi s'explique l'appauvrissement plus rapide du compartiment positif.

» D'après l'équation précédente, les quantités d'acide qui disparaissent sont entre elles dans le rapport de 3 à 1. C'est une conséquence qui se vérifie par expérience avec une grande exactitude, comme le prouve l'exemple suivant :

---

(1) H = 1; C = 6; O = 8.

Acide contenu dans chaque compartiment		6,90
Après l'expérience	Compartiment positif	1,90
	» négatif	5,25

Perte d'acide	Compartiment positif.	6,90 — 1,90 = 5,00	3
	Compartiment négatif.	6,90 — 5,25 = 1,65	1

» D'après M. E. Royer (1), de l'acide formique prend naissance par suite de l'action du courant intra-pilaire sur une solution aqueuse d'acide oxalique; rien de semblable ne s'observe dans les expériences que je viens de décrire.

» En résumé, lorsque l'on fait passer le courant à travers une solution d'acide oxalique, le groupement qui se décompose est $C^4H^2O^8 2H^2O^2$, et telle est la nature de l'acide oxalique en dissolution dans l'eau.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Berthelot, à l'École de Pharmacie de Paris. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les circonvolutions du cerveau.* Note de **M. C. Dareste.**

« J'ai signalé, il y a dix-huit ans, l'existence d'une relation entre le développement des circonvolutions cérébrales et la taille des animaux, relation qui s'exprime par cette proposition générale : « Quand on compare » entre elles les espèces d'un même groupe naturel, les circonvolutions » manquent complétement, ou du moins sont très-simples, dans les espèces » de petite taille, tandis qu'elles augmentent en nombre et en complication » à mesure que la taille augmente. »

» Je n'avais alors, pour établir cette proposition, qu'un nombre très-restreint de documents : d'une part, les pièces conservées dans la galerie d'Anatomie comparée du Muséum; d'autre part, les descriptions et les figures publiées dans un certain nombre de recueils scientifiques. Mon travail contenait donc de nombreuses lacunes, que j'indiquais aux anatomistes, très-désireux de savoir si la relation que j'avais établie se vérifierait dans tous les cas qui m'étaient inconnus.

» L'ordre des Édentés était resté presque entièrement en dehors de mes recherches. Or, dans ces derniers temps, la galerie d'Anatomie comparée s'est enrichie d'un grand nombre de cerveaux et de moules crâniens, provenant d'animaux de cet ordre. Ces objets ont fourni, l'année dernière, les

(1) *Comptes rendus*, 1869, 2e semestre, p. 1375.

éléments de deux Mémoires publiés presque simultanément par M. Gervais et M. Georges Pouchet. Je trouve, dans les faits consignés dans ces deux Mémoires, une confirmation bien manifeste de la proposition que j'ai jadis établie. En effet, les animaux de l'ordre des Édentés se rattachent à plusieurs groupes très-nettement caractérisés, et, par conséquent, bien distincts. Or, dans trois de ces groupes, dont les espèces présentent de grandes différences de taille, les Bradypes, les Tatous et les Fourmiliers, la relation qui existe entre les circonvolutions cérébrales et la taille est parfaitement évidente.

» Ainsi, dans les Bradypes, la taille est plus considérable et les circonvolutions sont plus développées chez l'Unau que chez l'Aï. On peut également constater cette relation chez plusieurs mammifères fossiles qui se rattachent à ce groupe, le *Scelidotherium*, le *Mylodon* et le *Megatherium*. Tous ces animaux, dont la taille était bien supérieure à celle des espèces actuellement vivantes, présentaient des circonvolutions beaucoup plus développées, comme le prouvent les moules de leur cavité crânienne.

» Dans le groupe des Tatous, on constate également un développement parallèle de la taille et des circonvolutions cérébrales, depuis la plus petite espèce, le *Chlamyphore*, jusqu'au *Priodente* ou Tatou géant, dont le moule crânien laisse entrevoir des circonvolutions fort développées.

» Enfin, dans le groupe des Fourmiliers, la progression est de même bien manifeste, du *Dionyx* au *Tamandua*, et du *Tamandua* au *Tamanoir*; car le *Dionyx*, de taille très-petite, n'a que quelques sillons peu profonds; tandis que le *Tamanoir*, dont la taille est celle du Jaguar, possède des circonvolutions nombreuses et compliquées.

» J'emprunte également au Mémoire de M. Gervais le fait suivant. On savait, depuis longtemps, que, dans le petit groupe des Roussettes, de l'ordre des Chéiroptères, les grandes espèces ont des circonvolutions. M. Gervais indique leur absence dans les petites espèces, telles que les *Céphalotes* et les *Cynoptères*.

» Ainsi se vérifie, dans tous ces faits qui m'étaient inconnus, la proposition que j'énonçais il y a dix-huit ans. Mais je me bornais alors à signaler une relation. Aujourd'hui, je puis aller plus loin, en montrant comment l'apparition, puis la complication croissante des circonvolutions résultent de l'augmentation de volume du cerveau, et par conséquent de l'augmentation du volume total du corps, c'est-à-dire de la taille.

» En effet, tous les cerveaux, même les plus plissés, ont commencé par avoir une surface lisse, au moins pendant une certaine période de la vie

fœtale. L'apparition des circonvolutions, puis leur complication croissante, ne sont donc point des faits primitifs : ces plis ne se produisent, et ne se compliquent que peu à peu, et à mesure que le volume du cerveau augmente par suite de la croissance de l'animal. Il y a donc une relation entre l'augmentation de volume des hémisphères cérébraux et le plissement de leur surface; et cette relation s'explique par une considération géométrique très-simple. Les volumes des corps semblables sont entre eux comme les cubes de leurs dimensions homologues, tandis que leurs surfaces ne sont entre elles que comme les carrés de ces mêmes dimensions; d'où il résulte que, dans une série de corps semblables, ceux dont le volume est le plus grand ont la moindre surface, par rapport à leur volume. Mais les hémisphères cérébraux ne sont point constitués par les mêmes éléments dans la substance grise, qui forme les couches superficielles, et dans la substance blanche, qui forme les couches profondes. Les premières contiennent seules des cellules nerveuses, tandis que les secondes sont exclusivement formées par des fibres nerveuses. Or, bien que nous ne connaissions encore que très-imparfaitement les fonctions de ces deux éléments, nous pouvons penser qu'ils doivent toujours rester dans la même proportion, pour assurer l'exercice des fonctions cérébrales. D'ailleurs, si, comme tout le fait croire, les cellules nerveuses produisent les fibres nerveuses, la multiplication des secondes résulte nécessairement de la multiplication des premières. Donc l'augmentation du volume des hémisphères amène nécessairement le plissement de leur surface; car c'est ainsi seulement que le rapport de la somme des cellules de la substance grise à celle des fibres de la substance blanche peut se maintenir constant.

» On voit donc comment, dans un même groupe naturel dont toutes les espèces présentent un même type cérébral, les cerveaux qui ont le moindre volume absolu conservent, à l'âge adulte, la surface lisse qu'ils avaient au début, et persistent dans un état, en quelque sorte, embryonnaire, tandis que les cerveaux qui ont le plus grand volume absolu ont la surface la plus plissée. Mais l'augmentation du volume absolu des hémisphères cérébraux résulte de l'augmentation du volume total du corps. On voit donc comment la taille d'un animal détermine l'apparition et la complication des circonvolutions cérébrales.

» Maintenant, il faut ajouter que, s'il existe un rapport entre la taille, c'est-à-dire le volume total du corps, et le volume absolu du cerveau qui, ainsi que je viens de le montrer, détermine le plissement de sa surface; c'est-à-dire que si, dans un même individu, le volume absolu du cerveau

augmente jusqu'à l'âge adulte, et si, dans un même groupe naturel, le volume absolu du cerveau des grandes espèces surpasse celui des petites espèces, ce rapport ne peut pas, cependant, s'exprimer par une quantité constante, et varie par l'effet de causes multiples.

» En effet, la rapidité de l'accroissement du cerveau est beaucoup plus grande dans les premières périodes de la vie, et va toujours en diminuant jusqu'à l'âge adulte. D'où cette conséquence que, tandis que le volume absolu du cerveau augmente incessamment pendant toute la durée de l'accroissement, son volume relatif, c'est-à-dire le rapport du volume absolu au volume total du corps, diminue incessamment pendant cette même durée. D'où cette autre conséquence que, dans un même groupe naturel, le volume relatif du cerveau est plus considérable chez les petites espèces que chez les grandes.

» Ces faits sont connus depuis longtemps. Maintenant, il faut y ajouter un fait nouveau : c'est que, même dans des animaux de même taille et appartenant à un même groupe naturel, le volume relatif du cerveau, à l'âge adulte, peut présenter de notables différences. Par conséquent, le développement des circonvolutions pourra ne pas être le même dans des espèces voisines et de même taille, bien qu'il soit toujours déterminé par les lois générales qui régissent l'accroissement. Ainsi, c'est un résultat fort curieux des études paléontologiques, que beaucoup d'espèces de mammifères appartenant aux terrains tertiaires anciens avaient un cerveau plus petit que les animaux des mêmes groupes et de la même taille qui appartiennent à la faune vivante. Cuvier avait déjà montré que le cerveau de l'*Anoplotherium commune*, dont la taille était celle de l'âne, n'était pas plus volumineux que celui du chevreuil. M. Lartet a signalé récemment plusieurs faits de ce genre. Nous ignorons absolument quelle peut être la cause de ces faits, qui introduisent un nouvel élément dans les discussions relatives aux questions que soulève l'étude anatomique et physiologique du cerveau. Mais, quoi qu'il en soit, il est évident que tous les faits connus s'accordent pour prouver que le développement des circonvolutions est sous la dépendance du volume du cerveau et, par conséquent, du volume total du corps, c'est-à-dire de la taille. »

OVOLOGIE. — *Réponse à quelques-unes des observations de* M. Balbiani *sur l'œuf des Sacculines.* Note de **M. E. Van Beneden**, présentée par M. P. Gervais.

« L'étude de la constitution et du mode de formation de l'œuf chez les Sacculines tire son importance de ses connexions étroites avec la théorie générale de l'ovogénèse. C'est à cause de la portée du problème que je crois utile de faire encore quelques observations sur deux points en litige.

» Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 20 décembre 1869, M. Balbiani, rendant compte d'observations faites par lui sur la constitution et le mode de formation de l'œuf des *Sacculines*, confirme en tous points les conclusions que j'ai émises sur la même question dans une Communication faite antérieurement à l'Académie. Il résulte de mes recherches que, chez les *Sacculines*, l'œuf ne se constitue pas, comme l'avait cru M. Gerbe, de deux cellules distinctes, dont l'une serait l'homologue de la cicatricule de l'œuf des oiseaux, l'autre le représentant du jaune ou du vrai vitellus. La cellule que M. Gerbe a considérée comme représentant le corps qui produit le vitellus est en réalité l'œuf tout entier, et la cellule polaire n'est autre chose qu'un ovule rudimentaire qui se détache de l'œuf mûr, reste dans l'ovaire et sert à la formation de nouveaux œufs.

» Après avoir confirmé chacune de ces conclusions dans sa première Communication, M. Balbiani révoque en doute, dans sa seconde Note (27 décembre 1869), l'opinion que j'ai émise, que « la cellule polaire se » détache de l'œuf mûr, reste dans l'ovaire et se multiplie par division » pour donner naissance à deux cellules filles, dont l'une devient à son » tour un œuf. » M. Balbiani trouve « cette explication peu vraisemblable » et de plus en contradiction formelle avec les faits. »

» A mon avis, la question n'est pas de savoir si cette explication est ou non vraisemblable; il faut examiner si elle ressort des faits bien constatés, et si elle n'est pas inconciliable avec d'autres faits bien établis. L'explication que j'ai donnée repose sur les faits suivants : 1° Si l'on examine le contenu de l'ovaire peu de temps après la ponte, on observe, à côté des œufs mûrs, débarrassés de la cellule polaire, de jeunes ovules, que j'ai décrits dans ma première Note, et qui présentent tous les caractères des cellules polaires des œufs moins avancés dans leur développement. 2° Immédiatement après la ponte, on trouve dans l'ovaire les mêmes ovules (les œufs mûrs seuls ont été évacués); à côté de ceux-ci, qui ont conservé tous les caractère des

cellules polaires, on en voit à différentes phases de la multiplication par division, et on reconnaît distinctement que l'une des deux cellules filles grandit pour devenir un œuf, tandis que l'autre reste stationnaire dans son développement et devient une nouvelle cellule polaire. 3° Quand on observe le contenu d'un ovaire, où les œufs ont atteint la moitié ou les deux tiers de leur développement, on ne trouve plus les cellules mères à l'état de liberté; mais tous les œufs portent à l'un de leurs pôles une petite éminence claire (ovule rudimentaire, future cellule mère). 4° La comparaison avec les phénomènes du développement de l'œuf tels qu'ils se présentent chez d'autres Crustacés inférieurs, et spécialement chez les *Anchorelles* (1), vient à l'appui des résultats de l'observation directe, faite chez les Sacculines. Ma conclusion, loin d'être invraisemblable, est donc d'accord avec les observations faites chez d'autres animaux de la même classe, et elle ressort directement de faits qui, pour la plupart, ont été vérifiés par M. Balbiani lui-même.

» Je n'ai jamais rien observé chez les Sacculines qui rappelle les observations que M. Balbiani communique relativement à la formation d'œufs dans les follicules ovigères; j'éprouve même quelque peine à me figurer ce qu'il faut entendre par ces mots: « Sur un point des ramifications de l'ovaire » une petite cellule naît par une sorte de bourgeonnement ». Mais, si réellement, comme le dit M. Balbiani, il se forme chez les Sacculines des follicules ovigères ayant pour point de départ une cellule née sous la couche épithéliale de l'ovaire, ce fait ne viendrait aucunement renverser mes conclusions relativement au rôle et à la signification de la cellule polaire des œufs, mais il jetterait quelque jour sur l'origine primitive de ces cellules (cellules mères), point qui reste encore à élucider.

» Il est à remarquer cependant que, chez tous les Crustacés, les œufs se développent originairement aux dépens d'une masse protoplasmatique à noyaux et que toujours ils se trouvent, dès leur début, à l'intérieur de la

(1) C'est l'étude comparative de l'œuf et de son mode de formation chez les Crustacés inférieurs, et tout particulièrement chez les *Anchorelles*, qui m'a fait comprendre la vraie valeur de la cellule polaire des *Sacculines*. Chez ces derniers, chaque œuf porte à l'un de ses pôles un filament formé de cellules discoïdes; quand l'œuf a atteint sa maturité, il se détache du filament polaire, et c'est la cellule discoïde qui lui était immédiatement contiguë qui se développe pour devenir à son tour un œuf. Rien n'est plus aisé que de se procurer des Anchorelles à toute époque de l'année, et je ne doute pas que, si M. Balbiani a l'occasion d'étudier la constitution de l'ovaire chez ces animaux, il reconnaîtra sans hésiter que la cellule polaire des *Sacculines* est l'homologue du filament polaire des Anchorelles.

cavité du tube ovarien et jamais sous la membrane épithéliale de l'ovaire (1). Si les observations de M. Balbiani étaient confirmées, les *Sacculines* formeraient, sous ce rapport, une exception unique dans la classe des Crustacés.

» Je passe à un second point.

» Il ressort clairement de mes observations qu'aucun rapprochement ne peut être établi entre le corps vitellin de l'œuf de quelques Araignées et de certains Myriapodes, et les noyaux cellulaires du double œuf des Sacculines. Je suis heureux de voir M. Balbiani adopter ma manière de voir à cet égard, et ne pas hésiter à repousser comme inacceptable l'opinion que M. Gerbe avait émise sur ce point. Mais M. Balbiani a réussi, dit-il, à constater l'existence, dans les cellules que j'ai appelées *cellules mères* et *cellules filles*, d'un élément qui aurait échappé à mon attention : il existerait, à côté de la vésicule de Purkinje, un petit espace circulaire, ayant le même faible pouvoir réfringent que cette vésicule elle-même, et qui serait entouré d'une couche de petites granulations moléculaires. Ce corps serait l'analogue du corps vitellin des Araignées et des Myriapodes : ce serait donc, d'après M. Balbiani, un élément essentiel de l'œuf.

» Quoique préoccupé de l'idée de retrouver dans l'œuf des Sacculines cet élément essentiel, qui, selon M. Balbiani, existe dans l'œuf de tous les animaux, je n'ai jamais trouvé à côté de la vésicule de Purkinje la moindre trace ni d'une seconde vésicule, ni d'un espace circulaire clair entouré de granulations moléculaires. Les cellules mères et les cellules filles, qui résultent de la multiplication par division des premières, présentent les caractères suivants : elles sont formées d'un corps arrondi, constitué par un protoplasme visqueux, parfaitement transparent, dépourvu de granulations moléculaires. Le protoplasme tient en suspension un grand noyau régulièrement sphéroïdal, clair et transparent, et pourvu d'un nucléole unique très-réfringent et assez volumineux. Autour du noyau, on distingue quelques globules, réfractant fortement la lumière, dont les dimensions, toujours très-appréciables, varient de l'un à l'autre : tantôt ils sont irrégulièrement disposés en cercle autour du noyau, qui occupe presque toujours une position excentrique; tantôt ils sont tous réunis dans une moitié de la cellule, l'autre étant exclusivement constituée de la masse protoplasmatique

(1) Édouard Van Beneden, *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf, basées sur l'étude de son mode de formation et des premiers phénomènes embryonnaires.* Mémoire couronné par l'Académie royale de Belgique, et qui paraîtra prochainement dans le tome XXXIV des Mémoiresde cette Académie.

claire et transparente. Jamais je n'ai pu découvrir à côté de la vésicule germinative, ni dans les cellules observées soit dans une solution d'albumine, soit dans l'eau pure ou salée, ni dans les cellules traitées par l'acide acétique dilué, un espace circulaire clair et entouré de granulations moléculaires.

» M. Balbiani admet d'une manière générale que des variations importantes se présentent dans l'aspect extérieur du noyau vitellin, d'après l'activité plus ou moins grande du travail ovogénique chez les différents individus d'une même espèce; il ajoute que ces modifications sont en rapport avec l'âge de l'animal, l'état de développement des œufs, les époques de l'année, et peut-être d'autres circonstances encore. Il est possible que tous les individus que j'ai observés se soient trouvés, pour différentes raisons, dans des conditions défavorables à la visibilité du corps qui nous occupe. Mais un élément essentiel de l'œuf pourrait-il être soumis à toutes ces causes de variabilité, au point d'être visible pour les uns, invisible pour les autres ? »

TÉRATOLOGIE. — *Sur une hémitérie de volume observée chez une Carpe.* Note de **M. A.-L. Donnadieu**.

« Isidore Geoffroy Saint-Hilaire signale, dans son *Traité de Tératologie*, une anomalie de Carpe que, dans son tableau général des hémitéries, il place dans la classe I, celle des anomalies de volume proprement dites, consistant en une diminution partielle qui porte sur les régions. Cette diminution peut intéresser la petitesse, soit des membres, soit de l'une des mâchoires, etc.

» C'est cette dernière qui constitue la monstruosité observée chez les *Carpes mopses* (*Mopskarpfen*) ou *Carpes à bec* (*Cyprinus rostratus*) : chez ces êtres, d'apparence toujours singulière, la mâchoire supérieure est très-courte, coupée carré, et se trouve soudée à la mâchoire inférieure qui la dépasse. C'est la variété la plus commune.

» Mais il en existe une autre, que Geoffroy Saint-Hilaire dit être beaucoup plus rare, et qui ne serait représentée que par un échantillon appartenant à la collection ichthyologique du Muséum. Dans cette nouvelle anomalie, la mâchoire supérieure est plus grande que dans la précédente, et la mâchoire inférieure, qui est un peu raccourcie, est soudée avec elle et ne la dépasse pas ; ce serait, toujours d'après le même auteur, un état intermédiaire entre l'état normal et les Carpes mopses.

» Le 26 septembre 1869, un pêcheur m'apporta une Carpe qu'il venait

de prendre dans la rivière du Lez, près Montpellier (Hérault), et qui présentait la dernière de ces anomalies. En effet, chez cet individu qui avait atteint l'état adulte et qui, n'ayant pas moins de 17 centimètres de longueur totale, pesait 65 grammes, on remarquait la brièveté du museau, le rapprochement des yeux vers la ligne médiane et l'ouverture buccale réduite à un orifice latéral mesurant à peine 3 millimètres de diamètre. En l'examinant avec soin, j'ai pu constater la structure suivante :

» La partie supérieure du crâne se termine brusquement un peu au-dessus des yeux, et forme deux pointes qui laissent entre elles une légère échancrure. La mâchoire supérieure a subi le même arrêt de développement que le crâne, et, se déviant un peu à droite et en avant, va se souder avec l'inférieure dont la pointe est relevée en haut et à droite. Les yeux, placés sur la face antérieure et rapprochés vers la ligne médiane, sont sur une ligne oblique de haut en bas et de gauche à droite. L'ouverture buccale est légèrement circulaire, mesure 3 millimètres à peine de diamètre et est située sur le côté droit, sous l'œil placé du même côté. Toute la face est déviée vers le bas et à droite. L'opercule droit est seul déformé dans sa partie antérieure. Les narines et les barbillons manquent complétement. Les os du crâne sont très-minces, et laissent facilement apercevoir la cavité cérébrale et la graisse qui entoure le cerveau. Les arcs branchiaux offrent une déviation dans leur partie antérieure et inférieure. Le reste de l'organisation ne présente rien de particulier.

» La bouche étant extrêmement petite, et la mastication étant rendue très-difficile par l'organisation de la cavité buccale, cette Carpe, appartenant à une famille d'êtres plus carnassiers qu'herbivores, avait dû, probablement, être forcée de changer de régime et se contenter, pour toute nourriture animale, de petits crustacés inférieurs, tels que *Cypris monocles*, etc.; car je n'ai trouvé dans le tube digestif que des débris de végétaux, des carapaces de petits crustacés d'eau douce et un assez grand nombre de diatomées. Mais ces dernières se trouvent dans beaucoup de poissons et surtout chez les poissons phytophages. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Causes de la déhiscence des anthères.* Note de **M. A. Chatin.**

« I. On a admis, jusqu'à ces derniers temps, sur l'autorité de Purkinje, que la déhiscence des anthères avait pour cause unique le jeu des cellules fibreuses de la deuxième membrane (l'*endothecium* de Purkinje,

véritable *mesothecium*). Mais, depuis qu'il a été établi par mes recherches, confirmées par celles de M. Targioni-Tozetti, que les cellules fibreuses ou cellules à filets manquent dans un assez grand nombre d'anthères cependant déhiscentes, quelques-unes en long (*Lycopersicon*, des Orchidées, Asclépiadées, Orobanchées, Aroïdées, etc.); un grand nombre par des pores (Mélastomées, Éricacées, etc.), l'explication donnée par Purkinje ne suffit plus.

» Il m'a paru, et cette opinion est aussi celle de MM. Duchartre et Targioni-Tozetti, qu'une part doit être faite, dans la déhiscence, à la première membrane ou exothecium. Mais ce serait aller trop loin que de reporter à la membrane épidermique le rôle exclusif qu'attribuait Purkinje à son endothecium, et je ne vois en elle que l'un des agents de la déhiscence, phénomène complexe, le plus souvent subordonné à plusieurs causes, parmi lesquelles doivent être comptés, outre la membrane externe, la deuxième membrane ou endothecium de Purkinje, la destruction des cloisons des logettes, le décollement et la destruction des bords suturaux des valves, plus accessoirement la troisième membrane, peut-être même le connectif.

» Il est certains états de la membrane épidermique dont les rapports de cause à effet avec la déhiscence sont au plus haut point probables. Quelle autre fonction que la déhiscence pourraient avoir, par exemple, les très-grandes cellules épidermiques qui, dans les *Æchmea*, *Leucoium*, *Crocus*, *Lycopersicon*, *Bignonia*, *Aponogeton*, etc., sont placées près des sutures, là où elles peuvent agir le plus efficacement? Et pourquoi ces grandes cellules se développeraient-elles rapidement, brusquement vers le moment de la maturation du pollen, si ce n'est pour aider à la déhiscence?

» De ces cas où le rôle de l'exothecium s'impose de lui-même, surtout lorsque, comme dans le *Lycopersicon*, plusieurs Aroïdées, etc., les cellules fibreuses manquent, on passe aux cas ordinaires, où ce rôle n'eût peut-être pas été tout d'abord soupçonné, bien qu'alors la membrane externe soit la seule qui, ayant conservé sa vitalité et étant d'ailleurs en rapport immédiat avec les agents extérieurs, semble devoir se prêter le plus aisément aux phénomènes alternatifs de turgescence et de retrait, dont la séparation des valves, et par suite la déhiscence, est la conséquence.

» Il est enfin des cas précis où l'action de l'exothecium dans la déhiscence ne saurait être contestée : c'est lorsque les valves de l'anthère, comme on l'observe chez les *Chlora*, *Halesia*, *Erythræa*, etc., ne se composent plus que de cette seule membrane, au moins dans la région suturale.

» Mais si aucun doute ne peut être élevé sur le rôle actif de la première membrane quand elle reste seule au moment de la déhiscence, si une action

importante doit lui être attribuée quand elle est fort développée ou même relevée en poils dans la région suturale, si une influence efficace ne semble pas contestable dans les cas nombreux où les utricules qui la forment ont un développement encore assez notable, il n'en est plus ainsi lorsque, comme dans les *Dahlia, Cosmos, Calendula, Helianthus, Mercurialis*, cette membrane est réduite à une très-mince assise de cellules tabulaires.

» Mais il y a plus : car il est un certain nombre d'anthères qui manquent d'exothecium au moment de la déhiscence, et chez lesquelles, par conséquent, toute action doit être refusée à cette membrane ; tel est le cas des *Vitis*, *Cytinus*, *Juniperus*, *Pinus*, etc. De ces plantes privées complétement de membrane épidermique, on peut rapprocher celles qui (*Nepenthes*, *Aristolochia*, *Cinnomorium* (?), etc.) manquent de cette membrane sur la ligne suturale ou de déhiscence.

» Enfin l'exothecium peut même être un obstacle à la déhiscence de quelques anthères, où il revêt la forme d'épaisses cellules pierreuses (*Siphocampylos*).

» Concluons donc, quant à l'exothecium ou première membrane de l'anthère, que son rôle dans les phénomènes de déhiscence, certain dans quelques cas, est probable dans le plus grand nombre, mais absolument nul dans quelques anthères. »

M. Maurel-Haulins adresse une Note relative à l'influence de la distribution du poids dans les wagons de chemin de fer.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Phillips.

M. Gérard adresse, de Nancy, une Note concernant la théorie de la vision.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son doyen, M. Delafosse, présente la liste suivante de Candidats à la place de Correspondant, vacante par suite de la nomination de *M. Murchison* à une place d'Associé étranger :

En première ligne : M. **Carl Friedrich Naumann**, à Leipsick.

En seconde ligne, et par ordre alphabétique. . . . .

M. **Abich**, à Tiflis (Géorgie).
M. **Gustave Bischof**, à Bonn.
M. **Ami Boué**, à Vienne.
M. **Dana**, à Newhaven (États-Unis).
M. **de Dechen**, à Bonn.
M. **Domeyko**, à Santiago (Chili).
M. **James Hall**, à Albany (États-Unis).
M. **de Hauer**, à Vienne.
M. **de Helmersen**, à Saint-Pétersbourg.
M. **Charles-T. Jackson**, à Boston (États-Unis).
M. **Kjerulf**, à Christiania.
M. **de Rokscharow**, à Saint-Pétersbourg.
M. **William Logan**, à Montréal (Canada).
M. **W.-H. Miller**, à Cambridge (Angleterre).
M. **Ferdinand Römer**, à Breslau.
M. **Scacchi**, à Naples.
M. **Angelo Sismonda**, à Turin.
M. **Studer**, à Berne.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Connaissance pratique du cheval. Traité d'hippologie; par M. A.-A. VIAL. Paris, 1870; 1 vol. grand in-8°.

Les oiseaux utiles et les oiseaux nuisibles; par M. H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, 1870; in-18 cartonné, avec figures.

Dictionnaire vétérinaire; par M. L. FÉLIZET, *avec une Introduction par* M. J.-A. BARRAL. Paris, 1870; in-18 cartonné.

Guide pratique d'architecture navale à l'usage des capitaines de la marine du commerce appelés à surveiller les constructions et réparations de leurs navires; par M. G. BOUSQUET. Paris, 1869; 1 vol. in-12.

Gisement, extraction et exploitation des mines de houille : Traité pratique; par M. DEMANET. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

Projet de construction d'un tunnel sous-marin pour l'établissement d'un chemin de fer devant relier la France à l'Angleterre, système Ernest MARTIN *et* Gilbert LE GUAY. Paris, 1869; in-4° avec planches.

Le galéga, nouveau fourrage, sa culture, son usage et son profit; par M. GILLET-DAMITTE, 2e édition. Paris, 1869; in-18.

De la mortalité des nouveau-nés et du galéga, nouvelle plante fourragère lactigène. Discours prononcé au presbytère de Saint-Éloi par M. le Dr Baron DE LANGENHAGEN. Paris, sans date; opuscule in-8°. (2 exemplaires.)

Une étude statistique. Les architectes et les entrepreneurs devant les récompenses officielles; par M. FLEURY-FLOBERT, 3e édition. Paris, 1869; in-32. (7 exemplaires.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, t. IV, 2e série, 2e fascicule, février à avril 1869. Paris, 1869; in-8°.

Société d'Horticulture de la Gironde. Exposition des produits de l'horticulture du 2 au 5 juin 1870 à Bordeaux. Bordeaux, 1870; opuscule in-8°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus de l'Académie impériale des Sciences de Vienne. Classe des sciences mathématiques et naturelles : Minéralogie, Botanique, Zoologie, etc.*, t. LVIII, 3e, 4e, 5e parties; t. LIX, 1re et 2e parties; t. LX,

2e partie; — *Mathématiques, Physique, Chimie, etc.*; t. LVIII, 2e, 3e, 4e, 5e parties; t. LIX, 2e et 3e parties; t. LX, 1re et 2e parties. Vienne, 13 brochures in-8°.

Archiv... *Archives d'anatomie microscopique, dirigées par* M. MAX-SCHULTZE, t. V, parties 1 à 4; t. VI, 1re partie. Bonn, 1869 et 1870; 5 brochures in-8°.

Mittheilungen... *Communication de l'établissement orthopédique-gymnastique suédois de Hanovre, par* M. Friedrich BECKER. Hanovre, 1869; in-8°.

Das... *L'appareil dentaire des limaçons considéré comme base d'une classification naturelle, par* M. F.-H. TROSCHEL, t. II, 3e livr. Berlin, 1869; in-4° avec planches.

Archivio... *Archives pour la Zoologie, l'Anatomie et la Physiologie, publiées par les soins des professeurs* S. RICHIARDI *et* G. CANESTRINI, t. I, 2e série. Turin et Florence, 1869; in-8° avec planches.

Catalogus codicum latinorum Bibliothecæ regiæ Monacensis composuerunt Carolus HALM *et* Georgius LAUBMANN, t. I, P. I. Monachii, MDCCCLXVIII; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 31 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Recueil de Mémoires de médecine, de chirurgie et de pharmacie militaires, rédigé sous la surveillance du Conseil de santé, publié par ordre du Ministre de la Guerre, 3e série, t. XXIII. Paris, 1869; in-8°.

Troisième Rapport sur l'étude et la conservation des blocs erratiques en Suisse, présenté par MM. A. FAVRE *et* E. SORET *à la Société helvétique des Sciences naturelles réunie à Soleure*, le 23 août 1869. Soleure, 1869; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1870, 36e année. Bruxelles, 1870; in-12.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, t. VIII, 2e cahier. Neuchâtel, 1869; in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie, 2e série, t. XI. Chambéry, 1869; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, t. XL, 1869, 1er semestre. Nantes, 1869; in-8°.

Congrès archéologique de France, XXXVe *session, séances générales tenues à*

Carcassonne, à Narbonne, à Perpginan et à Béziers, en 1868, *par la Société d'Archéologie pour la conservation et la description des monuments.* Paris, 1869; in-8°.

Des accidents causés par l'extraction des dents; par M. G. DELESTRE. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Prothèse du pauvre. Le bras artificiel agricole; nouvel appareil prothétique de force inventé par M. A. GRIPOUILLEAU. Tours, 1870; in-8° avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Rapport sur un Mémoire de M. le Baron Larrey sur la trépanation du crâne dans les lésions traumatiques de la tête; par M. LARIVIÈRE. Bordeaux, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Médecine de Bordeaux.*) (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Recherches anatomiques et zoologiques sur le genre Trychodactyle; par M. A.-L. DONNADIEU. Sans lieu ni date; opuscule in-8° avec une planche.

De la pyohémie ou fièvre suppurative; par M. P.-M. BRAIDWOOD; traduction par M. E. ALLING, revue par l'auteur. Paris, 1870; in-8°, avec planches chromolithographiées. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours aux prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Histoire clinique de la folie, avec prédominance du délire des grandeurs, étudiée spécialement au point de vue thérapeutique; par M. F. LAGARDELLE. Saint-Maixent, 1870; in-8°. (Deux exemplaires.)

Note sur l'origine et les progrès de la question relative au type garumnien; par M. LEYMERIE. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Nouvelles observations sur la non-existence de la houille dans les Pyrénées françaises, entre les gîtes extrêmes de la Rhune et des Corbières; par M. LEYMERIE. Toulouse, 1869; br. in-8°.

Observation de fracture non consolidée du fémur; traitement par la marche et l'exercice du membre : guérison; par M. MIGNOT. Paris, 1869; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de M. A. PIÉTREMONT (de Saint-Cloud). Paris et Versailles, 1865; br. in-8°.

Du chloral. Résumé de son histoire chimique et thérapeutique; par M. le professeur SCOUTETTEN. Paris, 1870; in-18.

Mémoire à S. M. le Roi d'Italie, avec le mémorandum à S. M. l'Empereur Napoléon III, etc.; par M. G. BARRACANO. Naples, 1869; br. in-8°.

Nouvelle méthode de traitement du choléra-morbus; par M. G. Barracano. Naples, 1852; br. in-8°.

The... *Le choléra-morbus traité par une nouvelle méthode; par* M. G. Barracano. Naples, 1853; br. in-8°.

Osservazioni... *Observations sur le choléra-morbus asiatique; par* M. G. Barracano. Naples, 1849; br. in-8°.

Anuario... *Annuaire de la Commission permanente des pêches pour* 1869. *Résumé des travaux de la Commission et Notes concernant l'industrie pêchère; rédigé, par ordre supérieur, par* M. C. Fernandez. Madrid, 1869; in-8°.

Osservazioni... *Observations sur le fémur et le tibia de l'*Æpyornis maximus. Bologne, 1870; opuscule in-8°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Bologne.*) (Présenté par M. A. Duméril.)

Rivista... *Revue scientifique publiée par l'Académie royale* de Fisiocritici (*classe des Sciences physiques*), 1re année, 3e fascicule, novembre. Sienne, 1869; br. in-8°.

Osservazioni... *Observations des étoiles filantes* (Leonidi) *faites en Sicile en novembre* 1869; *par* M. P. Tacchini. Palerme, 1870; br. in-8°.

Sulla... *Sur la correspondance entre les dimensions des* Vibrio bacillus *et le diamètre des éléments morphologiques dont ils dérivent; par* MM. G.-B. Crivelli *et* L. Maggi. Milan, 1869; opuscule in-8°.

Specimina zoologica mosambicana, cura J. Bianconi, fasc. XIX, XX, Bononiæ, MDCCCLXVII; in-4°. (Présenté par M. A. Duméril.)

Proceedings... *Comptes rendus de la Société royale de Géographie*, t. XIII, n° 5. Londres, 1869; in-8°.

The... *Pression moyenne de l'atmosphère et vents prédominants sur la surface du globe par mois et par années*, 2e partie; *par* M. A. Buchan. Édimbourg, 1869; in-4°. (Extrait des *Transactions de la Société royale d'Édimbourg.*)

The... *Pression moyenne de l'atmosphère sur le globe par mois et par année*, 1re partie, janvier, juillet et l'année; *par* M. A. Buchan. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg.*)

Results... *Résultats déduits des observations météorologiques faites dans un certain nombre de stations dans la colonie du Cap de Bonne-Espérance pendant les années* 1866 *et* 1867; *publiés par une Commission nommée par le Gouvernement.* Beore, Secrétaire. Sans lieu ni date; in-folio.

An... *Recherches sur quelques symptômes tétaniques jusqu'ici non décrits, qui sont produits par l'atropine sur les animaux à sang froid, avec une comparaison sur les effets de cet agent chez les animaux à sang froid et chez les mammifères; par* M. T. FRASER. Édimbourg, 1869; in-4°.

Die... *La diphthérite épidémique, et moyen rapide de la guérir d'après les observations cliniques faites par* M. A. LUTZ. Wurtzbourg, 1870; br. in-8°.

Helios... *Compte rendu de la Société photographique de Dresde*, 1re année, n° 1. Dresde, 1870; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1870.

Annales de Chimie et de Physique; décembre 1869 et janvier 1870; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; nos 23 et 24, 1869; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; janvier 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 2e et 3e livraisons, 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 12, 1869; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; octobre 1869; in-8°.

Annales du Génie civil; décembre 1869; in-8°.

Annales industrielles; nos 1 à 3, 1870; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 145, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n° 23, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, nos 9 et 10, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 12, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; t. XVI: Comptes rendus, n° 4; Revue bibliographique E, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; novembre 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; novembre et décembre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; avril à juin 1869; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société française de Photographie; décembre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; novembre et décembre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Philomathique; avril à août 1869; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; août et septembre 1869; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 30 décembre 1869 et 15 janvier 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 1 à 5, 1870; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 10, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; n°s 11 et 12, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 12, 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n°s 5 à 8, 1869; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 1 à 5, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 44 à 46, 1869; n°s 1 à 7, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 1, 8, 15, 22, 29 janvier 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 1 à 13, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 1 à 5, 1870; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* novembre 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 1 à 4, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; janvier 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 84 et 85, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; novembre 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 19 et 20, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1869; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; décembre 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; janvier 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 36, 1869; n°s 1 et 2, 1870; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 38 à 42, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 17 et 18, 1869; in-8°.

La Santé publique; n°s 50 à 54, 1869 et 1870; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 1 à 5, 1870; in-4°.

L'Art dentaire; décembre 1869 et janvier 1870; in-8°.

L'Art médical; janvier 1870; in-8°.

Le Gaz; nos 11 et 12, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 20 et 21, 1869; in-4°.

Les Mondes; nos des 6, 13, 20, 27 janvier 1870; in-8°.

Le Sud médical; n° 3, 1870; in-8°.

L'Imprimerie; n° 72, 1869; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 1 à 5, 1870; in-4°.

Marseille médical, n° 12, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; janvier 1870; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; novembre et décembre 1869; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* nos 1 et 2, 1870; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; janvier 1870; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 18 à 23, 1869; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1870; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; janvier 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; nos 25 à 27 et 29 à 31, 1870; in-4°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; nos 5 et 6, 1870; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; décembre 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 5 à 9, 1869-1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 1, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 1 et 2, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 9 à 13, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; janvier 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; janvier 1870; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; fascicules 9 et 10, 1869; in-4°.

The Scientific Review; n° 1, 1870; in-4°.

The Athenæum; novembre 1869; in-4°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; nos 99 et 100, 1869; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1870.)

Page 125, ligne 7, *au lieu de* Wulner, *lisez* Wüllner.

Page 127, ligne 6, *au lieu de* mais il n'offre que, *lisez* mais il n'offre pas.

(Séance du 24 janvier 1870.)

Page 151, ligne 8, *au lieu de* premier, *lisez* deuxième.

Page 151, ligne 13, *au lieu de* premier, *lisez* deuxième.

Page 151, ligne 17, *au lieu de* deuxième, *lisez* premier.

Page 151, ligne 27, *au lieu de* k', *lisez* K'.

Page 166, ligne 8, *au lieu de* Fakkaro, *lisez* T'akkaro.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Note accompagnant la présentation d'un volume intitulé:* Programme du cours d'Histologie professé à la Faculté de Médecine de Paris (1); *par* **M. Ch. Robin.**

« Le travail que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie est une nouvelle édition développée du programme du Cours que j'ai professé à la Faculté de Médecine de Paris depuis 1862. Il renferme le plan, déjà en partie exécuté, d'un *Traité des éléments anatomiques, des humeurs, des tissus et des systèmes organiques.* La comparaison des parties constituantes élémentaires de nos organes et de leur arrangement réciproque dans les tissus qu'elles renferment est poursuivie de chaque période évolutive à la suivante, depuis l'époque de leur apparition embryonnaire jusqu'à celle où elles atteignent l'état sénile. En comparant ensuite les dispositions normales de ces parties aux états tératologiques et morbides qu'elles peuvent offrir, le cadre des applications de ces notions scientifiques, tant à la physiologie qu'à la pathologie, se trouve nettement tracé, suivant les justes exigences de l'enseignement des Facultés de Médecine.

---

(1) Paris, 1870, in-8°, 2e édition, revue et développée. Chez J.-B. Baillière et fils.

» Dès 1850 (*Tableaux d'anatomie*, in-4°, 10e tableau), j'ai montré que la description des éléments anatomiques, ou parties constituantes de l'économie simple, physiquement parlant, représentait une branche entière de l'Anatomie générale, jusque-là confondue avec les autres, sinon méconnue. J'ai prouvé ici, par un exposé dogmatique, combien il importe de ne pas confondre l'étude des éléments anatomiques avec celle des tissus, parties complexes qui, précisément, sont composées par les premières et toujours disposées dans un ordre déterminé qui en caractérise la *texture*.

» En exposant ensuite comment l'examen de la constitution des liquides de l'économie se lie à celle des tissus, j'ai cherché à montrer de quelle manière l'Anatomie générale, une fois constituée comme corps de doctrine, donne à l'ensemble de l'Anatomie un caractère scientifique des mieux déterminés, ensemble dont les branches, régulièrement reliées entre elles, peuvent être poursuivies, sans brusques transitions, du simple au composé, comme du composé au simple. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Chute de neige extraordinaire à Collioure (Pyrénées-Orientales)*. Extrait d'une Lettre de **M. Ch. Naudin** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« En météorologie, comme dans les autres sciences, tous les faits ont leur valeur, mais ils en acquièrent une d'autant plus grande qu'ils dépassent davantage la mesure commune. A ce titre, l'énorme chute de neige qui vient d'avoir lieu à Collioure, au bord de la Méditerranée et par 42°32′ de latitude, me paraît mériter d'être signalée.

» Après une assez longue série de belles journées, pendant lesquelles les maxima diurnes de la température variaient de 11 à 17 degrés le temps s'est insensiblement refroidi. Le 17 janvier, le maximum (entre 1 heure et 2 heures du soir) était encore de 14°,5; le 18, il est descendu à 8°,2; le 19, à 6 degrés; le 20, à 4°,5; le minimum était zéro à 7 heures du matin. L'air était alors très-calme, et le ciel très-couvert.

» Le lendemain, 21 janvier, vers les 5 heures du matin, la température de l'air étant — 0°,8, la neige commença à tomber par flocons fins et serrés, qu'un vent du nord un peu vif chassait et faisait tourbillonner dans toutes les directions. Elle a continué ainsi, sans une minute de relâche, toute la journée du 21, toute la nuit du 21 au 22, puis toute la journée du 22, pour ne cesser que le 23, entre 1 heure et 5 heures du matin, ayant duré sans interruption et sans se ralentir, au moins quarante-quatre heures.

Pendant toute la durée de cette tourmente, le thermomètre s'est à peine écarté de zéro de quelques dixièmes de degré au-dessus ou au-dessous. Dans la journée du 23, le ciel s'étant rasséréné et le vent ayant tourné du nord au nord-ouest, la température s'est un peu relevée : à 7 heures du matin le thermomètre indiquait + 1 degré; à midi 4 degrés; zéro à 5 heures du jour, puis remontait à $+2^{\circ},2$, vers les 8 heures, toutes variations qui correspondaient avec l'état du ciel plus ou moins clair ou couvert. La veille la mer était très-grosse, et trois navires ont été jetés à la côte et perdus.

» La quantité de neige tombée sur Collioure et ses environs pendant ces quarante-quatre heures dépasse de beaucoup tout ce que les hommes d'âge moyen ont vu dans le pays en fait de chutes de neige. Quelques vieillards seulement racontent qu'en 1804 ou 1805 (les dires varient) il y eut une tempête de neige comparable à celle-ci. On conçoit que, dans un pays aussi accidenté que cette partie du Roussillon, l'épaisseur de la neige tombée a varié considérablement d'un point à un autre, qu'elle a été plus grande dans les fonds et les dépressions du terrain que sur les points plus élevés où elle était balayée par le vent : mais, partout, elle a été énorme. Au voisinage de ma maison, dans le jardin et sur la route départementale qui l'avoisine, elle a atteint, suivant les endroits, $0^{m},94$ et $0^{m},96$. Dans une partie plus basse du jardin, limitée par un mur de clôture dont la hauteur est d'environ 2 mètres, son épaisseur, à en juger d'une certaine distance, car il n'était pas possible d'avancer jusque-là, n'a pas dû être inférieure à $1^{m},50$. Dans le fond du vallon de Collioure, dont l'orientation est nord-est sud-ouest, et dans la ville elle-même, la hauteur de la neige a été, sur beaucoup de points, de $1^{m},50$ à 2 mètres. Je crois qu'on peut, sans crainte d'exagération, porter au moins à $0^{m},80$ l'épaisseur moyenne de la neige tombée sur la surface du pays.

» Une chute de neige comme celle-ci est toujours désastreuse dans les contrées où les arbres constituent une partie notable de la culture productive, et cela s'applique surtout à la région méditerranéenne, qui tire un de ses principaux revenus de la culture de l'olivier, arbre plus exposé que les arbres fruitiers ordinaires, à cause de la persistance de son feuillage, à se rompre sous le poids de la neige. Le dégât occasionné ici dans la plupart des olivettes est inimaginable ; la mienne n'est plus qu'un pêle-mêle de branches abattues et de troncs lacérés ; c'est à peine si sur cent arbres, un seul est resté intact ; les moins maltraités sont courbés comme des saules pleureurs et ont leur tête enfouie dans la neige. Les orangers et les citronniers,

malgré la rigidité de leurs branches, sont mutilés de même, quoique à un moindre degré. Il n'y a pas jusqu'aux arbres à feuilles caduques qui n'aient aussi beaucoup souffert; c'est le cas, pour n'en pas citer d'autres, des ormes et des platanes, dont beaucoup de grosses branches ont cédé sous le poids de la neige qui s'y était accumulée.

» Je suis étonné de la force de résistance des palmiers aux intempéries. Ce que j'observe sur les miens est, je crois, encore sans exemple. Ils ont été littéralement *aplatis* par le poids de la neige, comme des plantes desséchées dans un herbier; de plus, la neige, qu'ils isolaient du sol, par leurs feuilles étalées en rosette, s'était prise sur eux en un véritable glaçon dans lequel ils étaient emprisonnés; et ils ont passé les uns dix jours, les autres onze ou douze, dans cette situation. Eh bien, sauf ceux dont le cœur a été cassé, tous sont restés en parfait état de conservation; au dégel ils se sont redressés, et ils sont, en ce moment, tels qu'ils étaient avant la neige. Les géologues qui s'autorisent de la présence de quelques palmiers dans les terrains de l'époque miocène pour conclure à l'existence d'un climat tropical en Europe, à cette époque, pourraient n'avoir pas autant raison qu'ils le supposent.

» Un phénomène n'est jamais isolé; il se rattache toujours à d'autres phénomènes qui, tous ensemble, sont régis par une loi commune, qu'il appartient à la science de découvrir. Dans l'état actuel de la météorologie, il serait téméraire de vouloir expliquer les excès climatériques qui se présentent de temps à autre, et dont la cause peut être située fort loin des lieux où ils se font sentir. Accumuler les observations, en les étendant autant que possible à toute la surface du globe, les comparer entre elles et chercher à saisir leurs corrélations, c'est probablement tout ce qu'il y a à faire en ce moment. On peut néanmoins hasarder des rapprochements, sans toutefois leur donner plus de valeur qu'ils n'en comportent. Or, il est remarquable que l'abondante chute de neige dont je viens de parler fait suite à six années d'une sécheresse tout à fait exceptionnelle dans cette partie du midi de la France, et qui a été constatée par tous les cultivateurs du pays. Il y a unanimité sur ce point, comme aussi sur la prédominance des vents du nord et du nord-ouest en Roussillon depuis le commencement de cette longue période de sécheresse. M. Martins, dans une Note présentée à l'Institut et insérée aux *Comptes rendus* (23 mars 1868, p. 585, 1er semestre), a déjà signalé aux météorologistes la concomitance de la sécheresse avec la longue durée des vents du nord et du nord-ouest aux alentours de la Méditerranée. Cet état particulier de l'atmosphère se lierait-il avec la tempête de neige qui vient de sévir dans cette contrée?

» Dans la même Note, M. Martins fait observer, avec raison, que les causes de mort des végétaux en hiver sont plus complexes qu'on ne le croit généralement, et qu'il faut dorénavant renoncer à mettre, à côté de chaque arbre, le degré thermométrique qu'il ne peut supporter sans périr. Malgré le peu de temps que j'ai encore passé ici et le peu d'avancement des expériences que j'ai entreprises, tout me porte à croire que cette assertion est juste. Peut-être réussirons-nous à la longue, et par des recherches multipliées, à démêler les causes de la mort des plantes ou de leur résistance aux vicissitudes des climats : c'est ce qui fait, en partie, l'objet de mes travaux actuels. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de *M. Murchison*, nommé Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Naumann obtient	27	suffrages.
M. Miller	10	»
M. Studer	5	»
M. Domeyko	2	»

M. C.-F. Naumann, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Maurice Levy, *présenté le* 3 *juin* 1867, *reproduit le* 21 *juin* 1869 (*) *et intitulé :* Essai sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres fraîchement remuées, et ses applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement.

(Commissaires : MM. Combes, Serret, Bonnet, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« On connaît depuis longtemps la loi qu'observent les pressions dans les fluides pesants en équilibre.

» On connaît aussi, depuis les mémorables travaux (1821 à 1829) de

(*) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1456.

Navier, Cauchy, Poisson, Lamé et Clapeyron, les lois que suivent les pressions ou tractions dans les corps solides parfaitement élastiques, comme sont les métaux, etc., quand les déformations de leurs éléments restent fort petites.

» Mais on n'a pas la même connaissance pour les forces du même genre qui se trouvent en jeu dans les masses solides inconsistantes, telles que la terre ou le sable. Aussi, pour calculer les poussées exercées par de pareilles masses sur les murs de soutènement qu'elles tendent à renverser, on considère seulement, avec Coulomb (*), ce qui s'y passerait lors d'un commencement de rupture de leur équilibre; et, comme lui, on a coutume de supposer qu'à cet instant une partie du massif se divise, *suivant des plans*, en zones ou couches qui glissent les unes contre les autres et produisent des frottements dont les intensités suivent la loi du rapport constant avec les composantes normales des poids. Et les inclinaisons des plans hypothétiques de séparation sont déterminées par la condition d'avoir un maximum, soit pour la poussée contre le mur, soit (ce qui ne revient pas toujours au même) pour le moment résultant de cette poussée par rapport à la ligne inférieure autour de laquelle le mur tend à se renverser (**). On tient compte aussi du frottement des terres contre la maçonnerie, force que Prony et les autres premiers successeurs de Coulomb négligeaient, et que Poncelet a rétablie d'une manière simple et élégante (***).

» Nous ne parlons pas de l'*adhésion* proportionnelle aux surfaces, que Coulomb faisait entrer aussi dans ses calculs, car les constructeurs regardent aujourd'hui comme prudent de ne pas en ajouter les effets à ceux des frottements; et, entre les plus expérimentés, M. le Maréchal Vaillant a très-bien fait voir (****), par des exemples concluants et nombreux, que les terres dont une certaine proportion d'argile rend les parties adhérentes entre elles exercent, lorsque l'eau vient à les imprégner et à les dilater, un genre de poussée qui compense, et au delà, la propriété qu'elles ont de se soutenir à pic d'elles-mêmes, sur une certaine hauteur, à l'état sec.

» Aussi, nous commençons par dire que dans le Mémoire de M. Levy,

---

(*) *Essai sur une application des règles* de maximis et minimis *à quelques problèmes de statique relatifs à l'agriculture.* (*Savants étrangers*, 1773.)

(**) Ainsi que l'a fait M. le capitaine du Génie Curie, dans un Mémoire présenté le 21 décembre 1868.

(***) *Mémorial du Génie*, n° 13, 1840.

(****) Rapport déposé le 15 septembre 1862 sur une tentative de théorie nouvelle de la poussée des terres, présentée en 1859.

dont nous avons à rendre compte, il n'est question que de terres sans cohérence, comme sont celles qui ont été fraîchement remuées.

» La théorie citée de Coulomb a été développée dans ses conséquences, de 1804 à 1846, par de savants ingénieurs, bien que l'illustre physicien n'ait proposé qu'avec réserve et sans beaucoup de confiance son hypothèse de la séparation des massifs suivant des surfaces toujours planes.

» Depuis, M. le docteur Hermann Scheffler, après avoir constaté le peu de valeur des raisons par lesquelles deux Géomètres ont essayé de justifier théoriquement la supposition de ce mode exclusif de rupture, a tenté, le premier, une détermination mieux fondée des forces dont ces massifs sont le siége, lorsque leur équilibre est infiniment peu troublé (*). Bornant ses calculs au cas le plus simple, qui est celui d'un massif indéfini terminé en haut par une surface horizontale, M. Scheffler montre très-bien qu'à l'intérieur les faces verticales et les faces horizontales seules sont pressées normalement; puis, admettant à peu près *à priori* qu'en tout point, parmi les petites faces obliques, il s'en trouve au moins une sur laquelle la direction de la pression fait avec la normale à cette face un angle égal à celui de frottement de terre contre terre, il pose les équations de l'équilibre d'un élément prismatique à base trapèze; et, en invoquant, comme dans les autres parties de son livre, un certain principe, dit *de moindre résistance*, dont on lui a reproché l'obscurité et le défaut de généralité (**), le savant et ingénieux conseiller des travaux du Duché de Brunswick arrive à une détermination, qui peut être regardée comme juste, du rapport entre les pressions s'exerçant sur les faces verticales et sur les faces horizontales en chaque point; d'où il tire une solution exactement motivée, et du reste conforme, quant au résultat, à celle de Coulomb, du problème de la poussée sur un mur vertical, pour le seul cas où l'on suppose lisse ou sans frottement la face de ce mur.

» M. Levy est allé bien plus loin dans cette voie rationnelle; car, tout en n'y marchant qu'appuyé sur des principes clairs et dégagés d'hypothèses non justifiées, il est parvenu à poser en équation, d'une manière générale, le problème des pressions intérieures d'un massif quelconque sur le point de se désagréger dans toutes ses parties, ou à l'état d'équilibre-limite soutenu par un mur lisse ou rugueux, sur lequel il exerce une pous-

---

(*) *Traité de la stabilité des constructions*, 1857; traduit en 1864, par M. V. Fournié.

(**) Article de M. Ch. Leblanc, aux *Annales des Ponts et Chaussées*, janvier et février 1867, p. 189.

sée d'une obliquité aussi quelconque; et il en a déduit des conséquences nombreuses et intéressantes au point de vue tant scientifique que pratique.

» Son analyse se base en grande partie sur les théorèmes découverts par Cauchy, en 1863, et aujourd'hui généralement admis et employés, qui résultent très-simplement de l'expression des conditions de l'équilibre de translation et de l'équilibre de rotation du tétraèdre et du parallélépipède élémentaire dans toute espèce de matière solide ou liquide, en repos ou en mouvement. Énonçons d'abord, et en langage ordinaire, ces trois importants théorèmes, qui, trop habituellement à notre avis, ne le sont qu'en un langage analytique faisant obstacle à leur diffusion et à leur enseignement, qui devrait être général :

» 1° La pression sur (ou à travers) une petite face à l'intérieur d'un corps est constamment résultante des pressions supportées par ses trois projections rectangulaires ou obliques sur trois plans quelconques passant par son centre.

» 2° Lorsque deux petites faces planes de même superficie ont leur centre au même point, la pression sur l'une, projetée sur une normale à l'autre, est égale à la pression sur la seconde, projetée sur une normale à la première.

» 3° Si, pour un point quelconque, l'on prend les dérivées, par rapport à ses trois coordonnées rectangles, des pressions supportées par l'unité superficielle de trois petites faces qui leur sont respectivement perpendiculaires, ces pressions étant décomposées suivant une même direction quelconque, la somme des trois dérivées est égale à la composante, dans cette même direction, de la force qui sollicite l'unité de volume de matière au point considéré (*).

(*) C'est-à-dire que, si l'on prend, par exemple, x pour la direction de décomposition, et si p_{xx}, p_{yx}, p_{zx} représentent les composantes des pressions sur l'unité superficielle des trois petites faces respectivement perpendiculaires aux x, aux y, aux z se coupant au point (x, y, z), l'on a

$$\frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{yx}}{dy} + \frac{dp_{zx}}{dz} = \mathrm{X},$$

X étant la force tant motrice que d'inertie animant l'unité de volume dans la direction x, et qui se réduit ordinairement, s'il y a équilibre, au poids de ce volume de matière, estimé suivant les x. Cette équation jointe à deux autres pareilles, où les sens de décomposition sont y et z, forment ce que Cauchy appelle *les relations entre les pressions et les forces accélératrices*. En les ajoutant, après les avoir multipliées respectivement par les cosinus des angles formés

» M. Levy exprime ce qui résulte du troisième théorème par deux équations différentielles à deux coordonnées, l'une horizontale, l'autre verticale, en abstrayant la troisième coordonnée, aussi horizontale, ainsi qu'on peut toujours le faire quand on ne s'occupe, avec tous les auteurs, que d'un massif et d'un mur prismatiques à arêtes horizontales, dont il n'est besoin de considérer que l'unité de longueur mesurée dans le sens de ces arêtes.

» Les deux équations ainsi posées ne suffisent pas pour déterminer les deux composantes normales et la composante tangentielle de pression sur des faces perpendiculaires aux coordonnées : composantes dont dépendent, d'après le premier théorème, toutes les grandeurs et directions des pressions qui ont lieu sur les diverses autres faces. Pour avoir entre ces trois inconnues une troisième équation, l'auteur observe que, sur aucune face, la pression exercée ne saurait faire avec la normale à cette face un angle qui excède celui φ du frottement de terre contre terre; car évidemment, si cet angle avec la normale devenait plus grand, l'équilibre se romprait par glissement, comme quand un corps posé sur un plan solide se trouve sollicité, parallèlement à celui-ci, par une force qui excède le produit de la pression normale par le *coefficient* tangφ dit *du frottement*. Or, dans le cas de la question de stabilité ou d'équilibre-limite qui est ici à résoudre, on doit supposer *que, pour la face où cet angle de la pression avec la normale est plus grand que pour les autres petites faces se croisant au même point, il atteint justement le maximum énoncé*, ou cette valeur limite φ qu'il prendrait quand le massif commencerait à s'ébouler ou à se désagréger. Il est clair, en effet, que, si le poids d'un mur soutenant ce massif est tant soit peu supérieur à ce qu'il faut pour faire équilibre à des forces ainsi constituées, et si l'on opère un commencement de renversement en ajoutant pour peu de durée une petite force à celles qui le poussent, le renversement ne continuera pas lorsque cette force additionnelle et étrangère aura été soustraite ou aura cessé d'agir; d'où l'on peut parfaitement conclure que, si une pareille force n'est point ajoutée, le renversement ne commencera pas, et la stabilité du système est assurée.

» Cette supposition d'une inclinaison constante de la pression sur l'une des faces intérieures qui se croisent en tous sens à chaque point d'un massif peut être regardée comme la traduction vraie de la pensée première et in-

---

par les x, y, z avec une droite prise arbitrairement, on a l'expression analytique du théorème plus général énoncé, et qui est démontrable directement.

time de Coulomb; elle n'entraîne nullement l'admission de la partie arbitraire de son hypothèse de 1773, à savoir : cette tendance à rupture ou à glissement *suivant des surfaces constamment planes*, à laquelle il ne croyait pas lui-même avec assurance, et que M. Levy montrera plus loin ne pouvoir exister que sous des conditions particulières.

» Elle avait déjà été faite par M. Scheffler; mais M. Levy la motive d'une manière nette, et il lui fait porter toutes ses conséquences; car, en la combinant avec les deux premiers théorèmes de Cauchy, ou avec ce qui résulte de l'équilibre d'éléments prismatiques à base triangulaire ou à base carrée, il établit une équation nouvelle et générale qui équivaut à ce remarquable théorème sur l'état d'équilibre-limite :

« Si l'on considère, dans le massif près de s'ébouler, deux petites faces » intérieures quelconques de même superficie, perpendiculaires entre elles » et parallèles à ses arêtes, le carré de la demi-somme des composantes » normales des pressions qui s'y exercent, multiplié par le carré du sinus » de l'angle φ du frottement de terre contre terre, est égal au carré de la » demi-différence, plus le carré de la composante tangentielle de ces pres- » sions dans un sens perpendiculaire à l'intersection des deux faces. »

» Comme cette composante tangentielle est nulle sur les deux faces rectangulaires dites *de pressions principales* ou normales dont l'existence, en tous les points d'un corps quelconque est, comme on sait, une conséquence des mêmes théorèmes de Cauchy, on voit que, dans l'intérieur du même massif sur le point de se désagréger :

« Le quotient de la différence par la somme des deux pressions princi- » pales est constant et égal au sinus de l'angle de frottement; »

» Ou que :

« Le rapport de la plus petite à la plus grande des deux pressions prin- » cipales est égal au carré de la tangente de la moitié du complément de » cet angle. »

» M. Levy reconnaît aussi que par cela seul qu'il y a une face où la pression fait avec sa normale l'angle φ du frottement, il y en a aussi partout une autre où elle fait l'angle $-\varphi$, c'est-à-dire un angle de même grandeur compté en un sens opposé. Il y a donc deux systèmes de lignes sur lesquelles les terres glissent au premier instant d'une rupture d'équilibre. Une pareille dualité est de nécessité cinématique; on la rencontre également dans la théorie des pièces solides élastiques.

» En appelant, avec M. Lamé, *courbes isostatiques* celles qui sont formées par la suite des directions des éléments plans sur lesquels s'exercent les

pressions principales (*), et qui ne sont pressées que normalement; et en nommant *courbes de glissement* celles qui sont formées par la suite des directions des éléments plans sur lesquelles la pression a le maximum d'obliquité, on fait avec leurs normales l'angle $\pm\varphi$ du frottement, M. Levy reconnaît encore que :

« Les deux courbes de glissement coupent chacune des deux courbes » isostatiques suivant deux angles égaux, comptés de part et d'autre en » sens opposés; l'angle fait avec l'une des deux courbes isostatiques est » moitié du complément de l'angle du frottement; l'angle fait avec l'autre » est complément de cette moitié. »

» En sorte que :

« Les deux courbes de glissement se coupent partout suivant un angle » qui est le complément de celui du frottement de terre contre terre.

» Et la pression sur une des deux faces de glissement est dirigée dans le » plan de l'autre face. »

» Il en résulte que, si l'on construit l'ellipse dont les axes, dirigés suivant les deux pressions principales, ou tangents aux deux courbes isostatiques, ont des longueurs proportionnelles aux racines carrées des intensités de ces pressions, les tangentes aux lignes de glissement des deux systèmes sont dirigées suivant les deux diamètres conjugués égaux de cette ellipse, ou suivant les diagonales du rectangle circonscrit ayant les axes pour médianes.

» Après avoir ainsi donné des théorèmes conduisant à éclairer, par des images géométriques, cette matière nouvelle, l'auteur déduit, des trois équations trouvées entre les deux composantes normales et la composante tangentielle de pression sur les faces horizontales et verticales, une équation aux dérivées partielles où se trouve uniquement engagée une inconnue auxiliaire. Le problème des poussées de l'état d'équilibre-limite sera résolu d'une manière générale, si l'on intègre cette équation différentielle *indéfinie* ou applicable à tous les points du massif supposé ébouleux dans toutes ses parties, en ayant égard aux conditions *définies* ou à son contour, savoir :

» 1° Que les pressions soient nulles sur la surface supérieure (car il ne s'agit que des excès des pressions sur celle de l'atmosphère);

» 2° Que sur la face en contact avec un mur, et vu que celui-ci con-

(*) On dirait sans doute plutôt « orthostatiques » si l'on était dans le cas de considérer (*voyez* plus loin) les lignes *d'égale pression*, auxquelles le premier nom conviendrait mieux.

stitue un système se mouvant tout d'une pièce en cas d'éboulement, la pression forme partout, avec la normale à ce mur, un angle égal à celui du frottement de la terre contre sa maçonnerie?

» Mais comme cette équation aux dérivées partielles du second ordre est en même temps *du second degré*, on n'en connaît pas d'intégrale rigoureuse. En attendant qu'on apprenne tout au moins à y suppléer par des méthodes d'approximation, M. Levy traite une suite de cas particuliers *où le massif est limité à sa partie supérieure par un plan* d'une inclinaison quelconque, et où il peut résoudre complétement cette équation, ou plutôt, directement et sans inconnue auxiliaire, les trois autres équations dont elle est déduite.

» Il commence par considérer un massif ainsi terminé en haut et *indéfini dans les autres sens*, mais en supposant abstractivement qu'il y a comme ci-dessus, et en tous ses points, une face où la pression fait l'angle constant φ avec sa normale, quoique cela ne soit possible, dans un pareil massif sollicité seulement par son poids, que quand le plan supérieur fait ce même angle φ avec l'horizon. Cette sorte d'hypothèse provisoire revient à abstraire d'abord la deuxième des *conditions définies* ou au contour, celle qui est relative à la face en contact avec le mur, et à astreindre seulement les pressions inconnues à remplir la *première* de ces conditions, celle de leur nullité sur la surface supérieure.

» Il trouve que :

» 1° Les lignes isostatiques, et, par suite, les lignes de glissement de chacun des deux systèmes *sont toutes droites* et parallèles entre elles.

» 2° Les pressions s'exerçant aux divers points, sur des faces de même direction, sont proportionnelles aux distances de ces points au plan supérieur.

» 3° La verticale et la coupe du talus supérieur du massif sont deux diamètres conjugués de l'ellipse ci-dessus, dont les axes, ayant pour rapport mutuel la tangente du demi-complément de l'angle du frottement, ont leurs directions parallèles aux lignes isostatiques des deux systèmes.

» Il en résulte un moyen géométrique de déterminer ces deux lignes, et, par suite, les lignes de glissement qui, de part et d'autre de l'une d'elles, font un angle égal à ce même demi-complément.

» Mais ces lignes de glissement se déterminent plus promptement par un calcul trigonométrique simple; car, en cherchant l'angle dont le cosinus a pour grandeur le quotient du sinus de l'angle ω du talus supérieur avec l'horizon, par le sinus de l'angle φ du frottement, et en en retranchant

l'excès $\varphi - \omega$ du second sur le premier, l'on obtient le double de l'angle ε que font, avec la verticale, les lignes de glissement de l'un des deux systèmes, celui qui coupe, sous le plus petit angle, la ligne montante du talus supérieur.

» L'expression de cet angle ε serait, ainsi, imaginaire si l'on supposait l'inclinaison du talus supérieur sur l'horizon plus grande que l'angle du frottement de terre contre terre. Cela est d'accord avec ce qu'on admet généralement, à savoir que les terres ne se soutiennent que sous une inclinaison moindre, quand on néglige leur cohésion.

» On déduit de là, aussi, des expressions des deux pressions principales, et, par suite, de toutes celles qui s'exercent sur les faces diversement inclinées.

» Maintenant, si un côté du massif indéfini, que M. Levy a considéré ainsi abstractivement, est remplacé par un mur soutenant le reste, la répartition des forces intérieures, dans l'état considéré d'équilibre-limite ou de commencement de glissement, se trouve par cela seul changé en général; car la pression qui s'exerce contre le mur a une direction tout à fait déterminée faisant, avec la normale à la face pressée, *un angle égal à celui φ' du frottement de la terre contre la maçonnerie*.

» Si la face du mur ainsi intervenu possède tout juste la direction pour laquelle les deux composantes tangentielle et normale de pression, dans le massif indéfini d'abord supposé, ont pour rapport mutuel la tangente de cet angle φ', rien ne sera changé dans les intensités ni dans les directions des diverses forces en jeu; les lignes isostatiques continueront de former deux systèmes de droites parallèles; il en sera de même des lignes de glissement ou de tendance à rupture, et l'hypothèse de Coulomb se trouvera alors justifiée.

» Mais il en sera autrement si la direction de la face postérieure du mur est différente de celle qui, pour un talus supérieur donné, remplit la condition qu'on vient d'énoncer. Les forces auront d'autres directions et intensités; les lignes de glissement, comme les lignes isostatiques, *seront courbes*, bien que la surface supérieure du massif soit toujours supposée être un plan ou horizontal ou incliné. A plus forte raison en sera-t-il ainsi, lorsque cette surface sera, ou courbe, ou polyèdrique.

» Généralement il convient d'attribuer au frottement des terres contre la maçonnerie le même coefficient qu'au frottement de terre contre terre, car on peut toujours rendre la maçonnerie assez rugueuse pour que le frottement qui s'y exerce atteigne cette grandeur, qu'on ne doit jamais supposer

être dépassée, puisqu'une couche de terre resterait adhérente au mur; et c'est contre cette couche que s'exercerait le frottement du reste du massif.

» Or, lorsqu'on fait égaux ces deux coefficients de frottement tang φ et tang φ' de terre contre terre et de terre contre le mur, il est clair que celui-ci, pour remplir la condition énoncée de ne rien changer aux forces en jeu dans le massif en cas d'éboulement, *doit avoir sa face postérieure dans la direction des lignes de glissement* d'un des deux systèmes, savoir : celui dont nous venons d'apprendre à calculer l'inclinaison ε sur la verticale.

» On trouve immédiatement ainsi, si l'on adopte 45 degrés pour l'angle du frottement, ou l'unité pour son coefficient : que la face du mur doit faire avec la verticale un quart d'angle droit ($\varepsilon = 22^\circ \frac{1}{2}$) quand le terre-plein supérieur est horizontal; que quand celui-ci fait avec l'horizon 30 degrés, le mur en doit faire 15 avec la verticale; enfin la face du mur doit être verticale ($\varepsilon = 0$) quand le terre-plein est en talus de terre coulante ($\omega = 45^\circ$).

» Alors (et quel que soit l'angle du frottement) M. Levy trouve par l'analyse, et vérifie par un raisonnement simple et ingénieux, que la poussée sur l'unité superficielle d'un élément quelconque de la face du mur *est égale au poids d'un prisme de terre de même base et d'une hauteur égale à la profondeur de ce point, mesurée sur la même face, multiplié par le cosinus de la somme de l'angle ε de cette face avec la verticale et de l'angle ω du talus supérieur avec l'horizon.*

» On ne saurait désirer une expression plus simple de la poussée oblique exercée en chaque point du mur; expression qu'il suffit de multiplier successivement par le cosinus et par le sinus de l'angle φ de frottement pour en avoir les composantes normale et tangentielle à la face du mur.

» L'auteur compare ce résultat avec celui que donne la théorie de Coulomb.

» On sait que, lorsque les terres s'élèvent, comme nous le supposons ici, en talus d'une inclinaison donnée quelconque derrière un mur de soutènement dont la face postérieure a une inclinaison aussi quelconque, et lorsqu'on tient compte du frottement sur cette face, le calcul fait par la théorie de Coulomb se présente avec une complication extrême. Un seul auteur, M. Saint-Guilhem, en a dégagé, par un élégant artifice, l'expression de la poussée (*). Or M. Levy démontre que cette expression compliquée se réduit à la formule très-simple dont nous venons de parler lorsque les

(*) *Voyez* la Note *sur une détermination rationnelle, par approximation, de la poussée, etc.*, à la suite du présent Rapport.

inclinaisons ω et ε du talus supérieur et de la face du mur ont entre elles la relation $\left[\cos(2\varepsilon+\varphi-\omega)=\frac{\sin\omega}{\sin\varphi}\right]$, que nous avons dit être nécessaire pour que les faces de glissement soient planes.

» On pouvait le présumer, car alors, mais seulement alors, l'hypothèse de Coulomb est légitime et ses formules sont exactes. Dans tout autre cas, sa théorie est réellement fautive. M. Levy le prouve d'une manière directe en montrant que, dans un massif qui commence à glisser, les lignes de glissement ne peuvent être droites *sans être en même temps parallèles entre elles* dans chacun de leurs deux systèmes; que cela ne saurait avoir lieu qu'autant que la surface supérieure du terrain est plane, et que, s'il y a un mur, son inclinaison se trouve avoir, avec celle de cette surface, la relation ci-dessus fixée (*).

» Les formules de poussée que M. Levy a obtenues jusqu'à présent de sa théorie, et qui s'appliquent à la série de cas indiqués, donnent donc le même résultat que celles de la théorie de Coulomb appliquée aux mêmes cas. Mais il les obtient sous une forme excessivement simple, à laquelle on n'aurait jamais soupçonné que celles-ci pussent se réduire, ce qui déjà est un grand avantage. En outre, la théorie de Coulomb était impuissante à fournir les conditions de son exactitude, ou de la légitimité de la supposition de séparation suivant des surfaces planes, tandis que la théorie de M. Levy, exempte d'hypothèses de ce genre, spécifie nettement les cas où les formules tirées jusqu'ici de ses équations différentielles sont applicables exactement. Ces cas (en nombre infini) sont ceux de la pratique ou en sont généralement assez rapprochés, car on donne ordinairement, aux faces postérieures des murs, des inclinaisons sur la verticale comprises entre zéro et le demi-complément (soit $22°,5$) de l'angle du frottement des terres.

» Et, dans des cas où le talus supérieur ne partirait pas du haut de cette face du mur, ainsi que dans ceux où les inclinaisons ω et ε du talus et de la face n'auraient pas entre elles la relation indiquée, il sera le plus souvent

---

(*) Il prouve encore directement que si, dans un massif soutenu par un mur, on a des plans pour les surfaces sur lesquelles le rapport des composantes tangentielles aux composantes normales de pression est le plus grand possible, ces surfaces, sur lesquelles le glissement s'opérera au premier instant d'une rupture de l'équilibre, sont précisément celles qui détachent du massif les prismes exerçant sur le mur la poussée maximum ou la butée minimum, vu que la dérivée de cette force, par rapport à l'angle d'inclinaison de la face du prisme, doit nécessairement être nulle; en sorte qu'une des deux hypothèses de Coulomb, celle du maximum, est une conséquence mathématique de l'autre.

possible de faire des comparaisons ou assimilations à des cas où ces conditions sont remplies, de manière à tirer des formules nouvelles des résultats approchés.

» Il y a plus : l'étude du travail de M. Levy nous a suggéré la remarque qu'on pourrait avec avantage, comme approximation, employer pour toutes les valeurs des deux angles en question (ω et ε) ses formules de poussée, établies en remplissant seulement les conditions définies relatives à la surface supérieure, formules qui ne sont, disons-nous, tout à fait exactes, ou ne remplissent en même temps la condition relative à la face du mur, que pour une relation déterminée entre ces deux mêmes angles d'inclinaison du terre-plein et du mur. En effet, employer ainsi les formules dont nous parlons revient simplement à supposer que le coefficient du frottement de la terre contre le mur a une valeur variable, mais restant toujours comprise entre zéro et sa valeur réelle. Or on sait, et il est du reste évident, que le frottement contre la maçonnerie diminue la tendance au renversement, en sorte que, si on lui suppose un coefficient plus faible que le coefficient effectif, le résultat du calcul sera une poussée plus grande que la poussée réelle; et, par suite, pour le mur, l'adoption de dimensions augmentant la stabilité. Les formules de la théorie nouvelle, dans ces cas où elles ne sont qu'approximatives, offriront donc, outre la simplicité, un avantage de sécurité que l'on n'est nullement certain d'obtenir par la théorie de Coulomb employée, dans les mêmes cas, aussi comme extension et approximation (*).

» La théorie nouvelle, au point où elle a déjà été amenée, offre donc des avantages pratiques réels, outre l'établissement de formules et de théorèmes remarquables sur l'état particulier d'équilibre dont elle s'occupe.

» On a vu d'ailleurs que son auteur a posé le problème en équation d'une manière générale; en sorte qu'on peut entrevoir pour l'avenir beaucoup d'autres résultats utiles.

» Nous pensons donc qu'à tous égards le Mémoire de M. Levy est digne de la haute approbation de l'Académie, et nous en proposons l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

(*) *Voyez* encore la Note à la suite du Rapport.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une détermination rationnelle, par approximation, de la poussée qu'exercent des terres dépourvues de cohésion, contre un mur ayant une inclinaison quelconque;* par M. DE SAINT-VENANT.

« 1. Le Mémoire *Sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres* sans consistance, que l'Académie vient d'approuver, et dont l'auteur est M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées Maurice Levy, donne, pour cet équilibre supposé près de se rompre, des équations générales, et des formules simples qui les résolvent exactement dans une série indéfinie de cas particuliers, où il y a une certaine relation entre l'inclinaison de la face postérieure du mur soutenant les terres, et l'inclinaison du plan que leur surface supérieure est supposée affecter à partir du haut de cette même face du mur.

» Je me propose principalement, dans la présente Note, de montrer, plus explicitement qu'il n'a pu être fait à la fin du Rapport sur ce Mémoire, que les formules simples tirées jusqu'à présent de sa nouvelle théorie par l'auteur, peuvent être employées comme approximation et avec sécurité dans tous les autres cas, c'est-à-dire lorsque la relation en question n'est point satisfaite, et qu'ainsi la face du mur et le talus d'en haut des terres sont des plans ayant des inclinaisons quelconques.

» 2. La propriété qu'ont les liquides pesants en repos d'avoir leur surface supérieure constamment perpendiculaire à la direction de la gravité suffit pour montrer que, dans l'état d'équilibre, leurs pressions, même intérieures, sont partout normales aux faces pressées, et pour qu'on puisse évaluer exactement leurs intensités et leurs directions à toutes les profondeurs.

» Pour les masses inconsistantes dites *demi-fluides*, telles que la terre sablonneuse, on n'a qu'une notion bien moins complète de ce qui se passe, car leur surface supérieure peut se tenir sous une inclinaison susceptible de grandeurs diverses; on sait seulement, et c'est là leur propriété caractéristique, que cette inclinaison sur l'horizon *ne dépasse jamais un certain angle*, qui, pour chaque espèce, est dit *de terre coulante*, ou *de frottement de terre contre terre*.

» Or on peut tirer, de cela seul, des conditions pour cet état d'*équilibre-limite*, ou sur le point d'être rompu, qu'il faut toujours supposer dans un système lorsqu'on veut, comme dans la question qui nous occupe, établir les conditions de sa stabilité et calculer sa résistance.

» 3. Soit en effet

$$\varphi$$

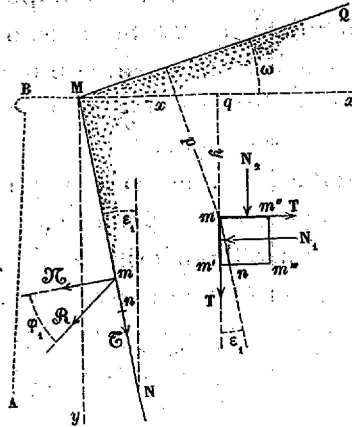
l'angle en question, qui, ainsi, est le plus grand de ceux que la direction

d'une pression intérieure puisse faire avec la normale à la face à travers laquelle elle agit; c'est-à-dire soit

$$\tang \varphi$$

le plus grand rapport de la composante tangentielle à la composante normale de la pression exercée sur cette face.

» Et soient encore, si NMQ et ABMN représentent les coupes transversales du massif considéré de terre sans cohésion et d'un mur qui le soutient, l'un et l'autre de forme prismatique à arêtes horizontales perpendiculaires au plan de coupe :



» x et y les coordonnées Mq, qm tracées dans ce même plan vertical, d'un de ses points, m;

» θ l'angle que nous supposerons d'abord fait avec la verticale par la coordonnée y;

» N_1, N_2 les composantes *normales*, ou respectivement parallèles aux x, aux y, des pressions ou poussées que supportent, par unité superficielle, deux très-petites faces mm', mm'' passant par ce point, et perpendiculaires aux mêmes coordonnées;

» T la composante *tangentielle* des deux mêmes pressions, perpendiculairement à l'intersection commune m des deux faces; composante qui doit, comme on sait, être la même sur toutes deux pour satisfaire à l'équilibre de rotation d'un élément rectangle dont la coupe est $mm'm'''m''$;

» Π le poids de l'unité de volume de la terre;

» L'on a, entre N_1, N_2, T les trois équations

$$(1) \qquad \frac{dN_1}{dx} + \frac{dT}{dy} = -\Pi \sin\theta,$$

$$(2) \qquad \frac{dT}{dx} + \frac{dN_2}{dy} = \Pi \cos\theta,$$

$$(3) \qquad 4T^2 + (N_2 - N_1)^2 - (N_2 + N_1)^2 \sin^2\varphi = 0,$$

dont les deux premières signifient simplement qu'il y a équilibre de translation du même élément rectangle dans les sens x et y, et dont la troisième, due à M. Levy, exprime que parmi les petites faces obliques qui ont pour intersection commune l'arête m de l'élément, il y en a une ou deux où l'in-

clinaison de la pression sur sa normale atteint l'angle maximum φ : ce qui est la condition pour que le massif, ou au moins la partie du massif où se trouve le point m, soit près de s'ébouler, ou se trouve dans l'état particulier d'équilibre que nous devons ici supposer.

» Nous disons *ou la partie du massif*, parce que rien ne nous dit encore qu'il n'y ait pas quelques autres parties qui, lors de la chute du mur, resteraient immobiles, et d'autres qui se mouvraient en bloc à la manière des solides cohérents, ou sans les glissements relatifs intérieurs qui constituent l'état ébouleux.

» De plus si, mn étant une quelconque de ces petites faces obliques intérieures qui se coupent suivant l'arête m, l'on appelle, pour cette face, et de même pour une petite portion mn de celle MN du mur,

» ε_1 l'angle qu'elle fait avec les y;

» $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{T}$ les composantes normale et tangentielle de la pression sur cette même petite face par unité superficielle;

» φ_1 l'angle aigu de cette pression avec la normale à la face;

» φ' l'angle du frottement qu'exerceront les terres sur la maçonnerie du mur en glissant sur elle s'il y a éboulement, ou l'inclinaison limite, sur la normale au mur, de la pression ou poussée de la terre contre le mur;

» Il résulte de l'équilibre de translation du tétraèdre élémentaire de Cauchy, remplacé ici par un élément prismatique à base triangulaire $mm'n$, qu'on a

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} &\mathfrak{N} = \frac{N_2 + N_1}{2} - \frac{N_2 - N_1}{2}\cos 2\varepsilon_1 - T\sin 2\varepsilon_1,\\ &\mathfrak{T} = -\frac{N_2 - N_1}{2}\sin 2\varepsilon_1 + T\cos 2\varepsilon_1,\\ &\operatorname{tang}\varphi_1 = \frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{N}}\ (*). \end{aligned}\right.$$

» Il faut donc, pour le *juste équilibre* supposé, outre les équations (1),

---

(*) C'est même de la troisième de ces équations, écrite ainsi :

$$(4\ bis)\qquad 2T\cos(\varphi_1 - 2\varepsilon_1) + (N_2 - N_1)\sin(\varphi_1 - 2\varepsilon_1) = (N_2 + N_1)\sin\varphi_1,$$

que M. Levy déduit celle (3); car, en la différentiant par rapport à ε_1, et faisant $\frac{d\varphi_1}{d\varepsilon_1} = 0$, il tire pour la tangente, et par suite pour le cosinus et le sinus de $\varphi_1 - 2\varepsilon_1$, répondant au maximum de φ_1, des valeurs qui, substituées dans (4 *bis*), donnent pour le sinus de ce plus grand angle φ_1 d'inclinaison de la pression sur la normale à la face, une expression où l'on n'a qu'à remplacer φ_1 par φ pour avoir la condition (3) de l'équilibre-limite en m.

(2), (3), *indéfinies* ou applicables aux divers points m du massif, qu'on ait la condition suivante *définie* ou particulière à quelques points :

$$(5) \qquad \frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{N}} = \tang \varphi', \quad \text{c'est-à-dire} \quad \varphi_1 = \varphi' \quad \text{à ceux qui touchent le mur;}$$

et, encore, les deux qui suivent, si l'on suppose que la partie *ébouleuse*, ou qui ne se meut qu'en se désagrégeant, doive s'étendre jusqu'en haut :

$$(6) \qquad \begin{cases} N_2 = 0, \quad T = 0 \quad [\text{entraînant, vu (3),} \quad N_1 = 0] \\ \text{aux points de la surface supérieure MQ (*).} \end{cases}$$

» La solution, si elle est possible, des équations (1), (2), (3) sous les conditions (5) sur la partie MN du contour et (6) sur la partie MQ, fournira, après substitution dans les expressions (4), la solution complète du problème de *la poussée des terres contre le mur*, dont on doit déterminer les dimensions et le mode de fondation de manière à y résister.

» M. Levy, prenant les coordonnées x, y horizontale et verticale, ou $\theta = 0$, ramène les équations indéfinies (1), (2), (3), qu'il faut résoudre, à une seule, en posant, au moyen d'une inconnue auxiliaire ψ,

$$(7) \qquad N_1 = \frac{d^2\psi}{dy^2}, \quad N_2 = \frac{d^2\psi}{dx^2}, \quad T = -\frac{d^2\psi}{dx\,dy},$$

ce qui satisfait à (1) et à (2), et donne, par substitution dans (3), une équation en ψ aux dérivées partielles du second ordre.

» Comme cette équation est aussi *du second degré*, on ne peut guère espérer en trouver l'intégrale générale et exacte.

» 4. Mais elle s'intègre d'elle-même, ou plutôt on résout directement et exactement les équations indéfinies (1), (2), (3) dont elle provient, de manière à satisfaire aux conditions définies (5), et aussi (6), en justifiant complétement celles-ci, dans un cas fort étendu, où le massif est terminé en haut par un plan passant par l'arête postérieure M du mur.

(*) On n'a pas besoin de tenir compte de la pression de l'atmosphère si N_1, N_2, $\mathfrak{N}$ ne représentent que les excès, sur celle-ci, des pressions normales effectives.

» Soient, en effet :

ω l'angle que fait ce plan supérieur avec l'horizon,

p la perpendiculaire qui y est abaisssée par le point m;

» Si, pour un instant, nous prenons les coordonnées x, y parallèles et perpendiculaires à ce même plan, ou

$$(8) \qquad p = y, \quad \theta = \omega,$$

et si nous désignons par des accents les composantes de pression qui s'y rapportent, nous satisferons à (1), (2), ainsi qu'à (6) par les deux premières des expressions suivantes, dont la troisième, fournie en tirant N_1 de celle (3), satisfait également aux autres :

$$(9) \quad \begin{cases} N'_2 = \Pi p \cos\omega, \quad T' = -\Pi p \sin\omega, \\ N'_1 = \Pi p\left(\dfrac{2\sigma}{\cos\varphi} - \cos\omega\right) \quad \text{en faisant} \quad \sigma = \dfrac{\cos\omega}{\cos\varphi} - \sqrt{\dfrac{\cos^2\omega}{\cos^2\varphi} - 1} \ (*). \end{cases}$$

» D'où l'on déduit facilement, par les formules (4) de changement de face pressée, en y faisant $\varepsilon_1 = \omega$, les pressions qui suivent, relatives à $\theta = 0$, ou à des coordonnées horizontales et verticales,

$$(10) \qquad N_1 = \Pi p \sigma^2 \cos\omega, \quad N_2 = \Pi p \frac{1 + \sigma^2 \sin^2\omega}{\cos\omega}, \quad T = -\Pi p \sigma^2 \sin\omega.$$

» 5. Or ces expressions (10), établies par M. Levy de manière à satisfaire d'abord aux conditions (6) relatives à la surface supérieure, résoudront évidemment le problème d'une manière complète si les données ω et ε_1 sont telles que ces expressions satisfassent aussi à la condition (5) relative à la face du mur (**), c'est-à-dire si les angles ω et ε_1 ont entre eux

(*) Si le massif était un corps élastique unique et indéfini, on aurait toujours pour N'_2 et T' les deux premières expressions (9); mais, au lieu de la troisième, il faudrait prendre $N'_1 = KN'_2 = K\Pi p \cos\omega$, K étant un certain nombre fractionnaire indépendant de ω, et auquel le calcul des forces moléculaires attribue la valeur $\frac{1}{3}$. Tout serait déterminé sans considérer spécialement l'état d'équilibre près de se rompre. Mais, en déduisant de là les pressions sur d'autres faces, on aperçoit facilement que cette assimilation à un corps unique, d'un amas de petits corps solides juxtaposés, conduirait à des pressions négatives ou *tractions* et à d'autres conséquences qui ne sauraient convenir au massif incohérent ainsi composé.

(**) Nous ne parlons pas du cas d'un massif indéfini en deux sens ou sans mur qui le soutienne; car il n'est à l'état d'équilibre limite, et les expressions (10) ne lui sont applicables que si l'on a

$$\omega = \varphi,$$

ou si la surface supérieure a le talus de terre coulante. Pour toute valeur de $\omega > \varphi$, l'équi-

la relation qui résulte de la substitution, dans $\frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{N}} = \text{tang}\,\varphi'$, des expressions (4) de $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{T}$, où l'on aura mis celles (10) pour N_1, N_2, T. Cette relation est

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{N}} = \text{tang}\,\varphi_1, \\ \text{en faisant} \left\{ \begin{array}{l} \varphi_1 = \varphi', \quad \text{et} \\ \mathfrak{T} = \frac{-\Pi p}{2\cos\omega}[\sin 2\varepsilon_1 + \sigma^2 \sin(2\omega - 2\varepsilon_1)], \\ \mathfrak{N} = \frac{\Pi p}{2\cos\omega}[2\sin^2\varepsilon_1 + 2\sigma^2\cos^2(\omega - \varepsilon_1)]. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

» Elle devient fort simple et d'un calcul facile lorsque l'on prend, comme il convient toujours de le faire,

$$(12) \qquad \varphi' = \varphi;$$

car, alors, elle se réduit, comme l'a trouvé M. Levy, à

$$(13) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_1 = \varepsilon, \\ \varepsilon \text{ étant tiré de } \cos(2\varepsilon + \varphi - \omega) = \frac{\sin\omega}{\sin\varphi}. \end{array} \right.$$

» Dans ce cas fort étendu, ou cette suite de cas, où la surface supérieure est plane et où la valeur de ε_1 est celle que l'on tire en ω de (11) ou de (13), l'on a *des plans* pour les *surfaces de glissement des deux systèmes*, formés par la double suite des petites faces sur lesquelles la pression fait, avec leur normale, l'angle φ et l'angle $-\varphi$; surfaces dont les premières sont parallèles au mur si $\varphi' = \varphi$.

» Aussi alors, mais seulement alors, la théorie de Coulomb, fondée sur l'hypothèse de cette séparation des massifs par surfaces toujours planes, donne des formules s'accordant avec la théorie nouvelle. Mais celle-ci apprend qu'elles se simplifient considérablement; car en appelant en général :

$\mathfrak{R}$ la poussée résultante $= \frac{\mathfrak{N}}{\cos\varphi_1} = -\frac{\mathfrak{T}}{\sin\varphi_1}$ par unité superficielle de l'élément du mur en m,

L la profondeur $Mm = \frac{p}{\cos(\omega - \varepsilon_1)}$ du point m, mesurée sur la face même du mur,

---

libre ne saurait avoir lieu même quand il y a un mur, et N'_1 devient imaginaire. Et, pour toute valeur de $\omega < \varphi$, le rapport $\frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{N}}$ n'atteint sa limite tang φ nulle part.

M. Levy a reconnu analytiquement, et vérifié géométriquement, qu'on a

(14) $$\mathfrak{R} = \Pi L \cos(\varphi + \varepsilon).$$

» On doit remarquer aussi que toutes ces formules, établies pour une étendue indéfinie des plans MQ de la terre et MN du mur, seraient également applicables si le massif n'était qu'un coin ou prisme triangulaire contenu inférieurement entre deux murs dont les faces, pour lesquelles on suppose $\varphi' = \varphi$, et se rencontrant suivant leur arête d'en bas, seraient dirigées suivant des plans de glissement appartenant à chacun des deux systèmes dont on vient de parler. Les mêmes formules sont, par conséquent, applicables aussi pour un seul mur de longueur finie MN, et pour un massif limité, pourvu que le plan supérieur de celui-ci, d'inclinaison constante ω, s'étende assez loin pour être rencontré par le plan de glissement du deuxième système partant de l'arête inférieure N; et toute la terre au-dessous de ce plan fera l'effet du deuxième mur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Théorie générale de l'action chimique. Nouvelle preuve de l'écroulement du type chimique dans les actions dites* de substitution. Note de **M. E.-J. Maumené**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« J'ai été conduit à affirmer que la Chimie n'offre aucun exemple de substitution sans écroulement du type. Cette affirmation a paru contraire aux faits connus, et en particulier à l'action du chlore sur l'éther iodhydrique, action simple, me disait-on, et *complétement* représentée par la formule



(1) $$C^4H^5I + Cl = C^4H^5Cl + I.$$

» On trouve, dans le Mémoire de MM. Dumas et Stas, inséré aux *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXIII, p. 153, l'article suivant :

Action du chlore sur l'éther iodhydrique. — C'est ici le cas de mentionner une expérience fort nette, qui devra être prise en considération dans la discussion des diverses théories des éthers. Si l'on dirige un courant de chlore sec à froid dans l'éther iodhydrique, il se précipite subitement de l'iode qui passe peu à peu à l'état de chlorure d'iode, et il se dégage de l'éther chlorhydrique facile à recueillir et à reconnaître.

Cette expérience se représente très-bien dans la théorie de l'éthyle, car on a



$$C^8H^{10}I^2 + Cl^2 = C^8H^{10}Cl^2 + I^2.$$

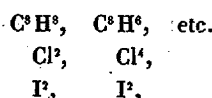
L'éther iodhydrique se comporte précisément comme l'iodure de potassium, auquel la théorie de l'éthyle le compare. Dans l'ancienne théorie, on aurait



$$C^8H^8, H^2I^2 + Cl^2 = C^8H^8, H^2Cl^2 + I^2,$$

ce qui serait également conforme aux affinités ordinaires.

Mais quand on envisage l'éther iodhydrique comme représenté par $\begin{matrix} C^8H^{10} \\ I^2 \end{matrix}$, l'iode remplaçant 2 volumes d'hydrogène du type C^8H^{12}, on ne conçoit plus aussi bien l'action du chlore que l'on vient de rapporter. En admettant C^8H^{12} et $\begin{matrix} C^8H^{10} \\ I^2 \end{matrix}$ comme étant du même type, on s'attendait à voir ce dernier céder au chlore de nouveaux équivalents d'hydrogène, et produire successivement



$$\begin{matrix} C^8H^8, & C^8H^6, & \text{etc.} \\ Cl^2, & Cl^4, & \\ I^2, & I^2, & \end{matrix}$$

ce qui n'a pas eu lieu. La substitution du chlore à l'hydrogène ne s'est effectuée qu'après le déplacement de l'iode par le chlore.

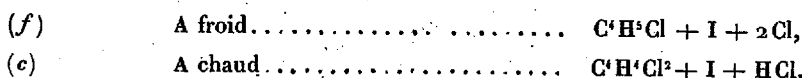
» Tel est l'article entier. A bien prendre la dernière phrase, on en devrait conclure, ce me semble, une preuve très-claire de ma théorie. La substitution n'a pas paru directe et immédiate à MM. Dumas et Stas, ou pour mieux dire il n'y a pas eu substitution directe du chlore à l'hydrogène, mais seulement du chlore à l'iode. Plus tard aurait lieu la substitution du chlore à l'hydrogène, et les auteurs ne disent rien du produit de cette substitution

» D'après ma théorie, le chlore gazeux, amené dans l'éther iodhydrique, produit une action de *contact* dont les équations ont pour premier membre



$$3Cl + C^4H^5I,$$

et dont les seconds membres, variables avec la température, sont



(*f*) A froid.......................... $C^4H^5Cl + I + 2Cl$,

(*c*) A chaud.......................... $C^4H^4Cl^2 + I + HCl$,

c'est-à-dire que l'action du chlore sur l'éther ne se borne pas à un phénomène unique, celui qu'on observe à la température ordinaire, et dont l'*apparence* consiste en une substitution du chlore à l'iode; mais elle peut offrir deux faits très-distincts, suivant la température à laquelle on produit cette action.

» J'ai eu l'occasion de vérifier ces données théoriques : l'expérience les a confirmées pleinement....

» Pendant longtemps les produits de la décomposition que le chlore fait

subir à l'éther iodhydrique demeurent tout entiers retenus par la partie intacte de cet éther; mais, à une certaine époque, l'éther chlorhydrique formé commence à se dégager régulièrement. Plusieurs analyses m'ont fait voir que ce moment correspond à peu près à la destruction de la moitié du produit primitif, la température le retarde en raison de son abaissement.

» Le même procédé m'a permis de suivre les détails de l'action *à chaud*, dont il me reste à parler.

» Lorsqu'on ne prend aucune précaution pour éviter l'élévation de la température, la formation d'un produit nouveau $C^4H^4Cl^2$, indiquée par le deuxième second membre de mon équation théorique (c), ne tarde pas à s'accuser. Ce produit, accompagné d'acide chlorhydrique, détermine, avec les vapeurs de C^4H^5Cl qui continuent de se produire, et avec C^4H^5I qu'elles entraînent, un courant gazeux plus ou moins violent. Des gouttelettes éthérées se condensent dans un tube de Liebig contenant de l'eau distillée, et placé sur le trajet de ces vapeurs; cette eau devient très-acide, et il se dégage de l'éther C^4H^5Cl mêlé de C^4H^5I et $C^4H^4Cl^2$. Cet effet devient d'autant plus prononcé que la température est plus élevée. On le rend très-dominant, c'est-à-dire qu'on fait naître la liqueur des Hollandais presque pure suivant la formule (c), en tenant le vase dans un bain-marie bouillant.

» *Conclusions*. — Les remplacements d'un corps simple, tel que l'iode, par un autre corps simple, tel que le chlore, ne sont *jamais* des faits simples, résultant d'une action unique, et l'on a commis une erreur en comparant ces remplacements à celui d'une pierre par une autre, à une *substitution*, dans un édifice qui demeurerait le même, et inébranlable dans toutes ses autres parties. Une pareille supposition tombe d'elle-même quand les deux corps, simples ou composés, dont on étudie l'action chimique, peuvent offrir deux ou plusieurs actions à des températures diverses. En effet, l'action du chlore sur l'éther iodhydrique ne reste pas la même à une température élevée : il est donc nécessaire de choisir entre les deux actions, sans aucune règle certaine, et de s'en tenir à l'une des deux, comme si l'autre n'existait pas, quand on veut voir dans l'action du chlore une simple substitution. Il faut considérer l'action à froid comme la seule, et bien évidemment ce genre d'erreur est des plus graves, car il est une négation, ou au moins une omission, de la seconde action, tout aussi importante, cependant, que la première. Persister dans cette manière de voir, c'est se laisser entraîner à l'absurde.

» Des deux actions du chlore sur l'éther iodhydrique, laquelle est la vraie aux yeux des chimistes qui admettent ces substitutions? Si c'est la

première, parce qu'elle semble présenter un fait simple, il n'est pas inutile de remarquer que ce fait lui-même a été jugé peu concluant par M. Dumas, comme le prouve la dernière phrase de l'article rapporté plus haut. Il y a là un remplacement de l'iode par le chlore, ce qui est naturel, et non pas une substitution du chlore à l'hydrogène, le corps dont il diffère peut-être le plus.

» Mais pour prendre cette première action comme la vraie, quel principe scientifique a pu guider les chimistes? Quelle raison aurait-on de rejeter la seconde? Évidemment aucune. Or cette seconde action ne peut, d'aucune manière, être envisagée comme une substitution simple, directe et incontestable. $C^4H^4Cl^2$ n'est plus du même type que C^4H^5I.

» L'exemple qu'on prétendait opposer à mes vues théoriques n'a pas du tout la valeur qu'on lui attribuait. Il en est de lui comme de tous ceux dont les partisans des substitutions ont cru pouvoir s'appuyer pour soutenir leurs hypothèses : il est contraire à leur pensée, dans ce qu'elle a de plus essentiel. Il prouve que l'édifice chimique, le type s'écroule plus ou moins complétement dans toutes les actions chimiques. C'est dans les débris de cet écroulement qu'on trouve des morceaux dont la composition peut être représentée par une substitution, mais n'est pas due à ce phénomène, qui ne saurait être réglé par aucun principe et n'a jamais été observé dans les conditions indiquées par cette hypothèse. »

M. Tresca présente, comme complément à son Mémoire du 27 novembre 1864 sur l'écoulement des corps solides, toutes les figures qui reproduisent l'ensemble de ses premières expériences sur cette question.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant.)

M. Delaurier adresse des « Recherches sur la thermo-électricité ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Edm. Becquerel, Fizeau.)

M. de Plagniol adresse quelques explications concernant les idées émises dans sa Note précédente sur la maladie des *morts-flats*.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Gaudin adresse une Lettre concernant son procédé de fabrication des pierres précieuses artificielles.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Cordier prie l'Académie de vouloir bien comprendre son ouvrage sur « les Champignons alimentaires et vénéneux de la France » parmi les pièces qui prendront part au Concours pour le prix Desmazières.

(Renvoi à la Commission du prix Desmazières.)

CORRESPONDANCE.

M. Kirchhoff, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire du Bureau des Longitudes adresse à l'Académie les remercîments de ce corps savant, pour l'envoi qui lui a été fait de la collection des photographies de l'éclipse de Soleil, du 7 aout 1869, recueillies à Burlington-Jowa (États-Unis), par *M. Alf. Mayer.*

M. Roselli-Mollet informe l'Académie qu'il se propose de traduire en français les *Harmonices mundi* de Képler : il désirerait avoir l'opinion de l'Académie sur l'opportunité de cette publication, et lui soumettre son manuscrit avant de le livrer à l'impression.

Cette Lettre sera soumise à une Commission composée de MM. Chasles, Cl. Bernard, Bertrand.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture des passages suivants d'une Lettre adressée à M. le Président par *M. Bontemps :*

« ..... Le nom de Charles se rattache d'une manière indissoluble à l'aérostatique par l'emploi qu'il fit le premier du gaz hydrogène, substitué à l'air dilaté de Montgolfier, et au moyen duquel il fit cette première ascension, demeurée célèbre, du 1er décembre 1783.

» L'énumération des travaux de Charles est comprise dans une Notice imprimée, qui fait partie de la collection des Mémoires de l'Académie; mais Charles a laissé en outre, en manuscrit, ses leçons de physique expérimentale, plus deux discours d'introduction à ce cours, et un discours qui est l'historique de son ascension du 1er décembre 1783: ces trois discours, remarquables d'ailleurs au point de vue littéraire, sont *autographes*.

» Je tiens ces manuscrits de mon père, élève, ami et exécuteur testamentaire de M. Charles, et je viens les offrir à l'Académie, qui jugera, je le

pense, qu'ils peuvent figurer honorablement dans la bibliothèque de l'Institut. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une brochure de *M. Ramon de la Sagra*, intitulée « Description et culture de l'ortie de la Chine » ; 2° l'Annuaire scientifique (neuvième année, 1870) de *M. Dehérain*.

ASTRONOMIE. — *Sur les applications utiles de la méthode graphique à la prédiction des éclipses de Soleil.* Note de **M. A. Laussedat**, présentée par M. Faye.

« La méthode des projections a été employée pendant longtemps pour prédire les éclipses de Soleil tant dans un lieu déterminé que pour la Terre en général. Képler avait montré le premier comment on pouvait, en considérant les éclipses de Soleil comme des *éclipses de Terre*, évaluer l'étendue de la surface de notre globe qui pénétrait dans la pénombre de la Lune, de la même manière qu'on avait été naturellement conduit à calculer les phases des éclipses de Lune et les autres *circonstances* de ces phénomènes produits par le passage de notre satellite dans l'ombre de la Terre (1). En développant cette idée ingénieuse, Wren et Cassini paraissent être arrivés à peu près en même temps à la construction connue au moyen de laquelle on peut prédire les *circonstances* d'une éclipse de Soleil pour un lieu déterminé. Les géomètres et les astronomes du siècle dernier se sont beaucoup occupés de cette question, qui a donné lieu aux plus intéressantes applications de la géométrie à l'astronomie. L'illustre Lagrange lui-même n'a pas dédaigné d'en faire l'objet de ses méditations et de chercher à donner plus de précision aux opérations graphiques en tenant compte de la variation du diamètre apparent de la Lune qu'on négligeait ordinairement et même de l'aplatissement du globe terrestre (2).

» Toutefois, les perfectionnements apportés aux théories de la Lune et du Soleil permettant de déterminer désormais avec une grande approximation les instants des différentes phases du phénomène pour un lieu quelconque de la Terre, on a généralement substitué l'emploi des formules analytiques à celle du dessin. Ces formules, d'ailleurs, ont été portées par

(1) *Epitomes astronomiæ copernicanæ*, liber VI, part. V, cap. VII et VIII.
(2) *Additions à la Connaissance des Temps pour* 1819.

Bessel à un haut degré d'élégance et de précision; puis, simplifiées par divers astronomes pour les usages ordinaires de la pratique, elles sont devenues assez faciles à employer.

» Les avantages qu'offre le calcul sont trop évidents et trop importants dans certaines circonstances pour qu'il puisse être question de lui préférer les constructions géométriques, dont le degré d'exactitude est nécessairement plus limité; cependant ces constructions ne devraient pas être entièrement négligées, en premier lieu parce qu'elles ont l'incontestable privilége de parler aux yeux, et ensuite parce que la voie du calcul est, en définitive, toujours très-laborieuse et qu'il peut être inutile de la suivre dans bien des cas où les procédés graphiques expéditifs suffiraient assurément. Enfin, je suis disposé à croire que ces procédés, bien dirigés, pourraient venir en aide aux calculateurs eux-mêmes, en leur procurant rapidement les éléments d'une approximation déjà assez grande.

» C'est ainsi, par exemple, que l'on pourrait se contenter des indications de la projection pour construire les cartes sur lesquelles on trace la marche de l'ombre, s'il y a lieu, et de la pénombre de la Lune sur la surface de la Terre. Ces cartes sont très-instructives et semblent appelées à rendre d'importants services à la Géographie et même à l'Astronomie par les renseignements qu'elles fournissent immédiatement aux voyageurs, renseignements dont on pourrait accroître encore l'intérêt, comme j'ai essayé de le démontrer dans l'exemple que j'ai choisi. La *Connaissance des Temps* publie déjà les cartes relatives aux éclipses les plus remarquables, mais il ne serait peut-être pas inutile de donner celles de toutes les éclipses qui peuvent être observées soit en mer, soit dans les voyages d'exploration scientifique à l'intérieur des continents. Or il n'est pas nécessaire, pour dresser ces cartes, d'entreprendre de longs calculs, et la méthode des projections est ici parfaitement suffisante.

» Je crois en fournir la preuve en mettant sous les yeux de l'Académie une carte de l'éclipse totale de Soleil du 21-22 décembre prochain, construite en suivant une méthode purement graphique et en la rapprochant de celle qui a été publiée dans la *Connaissance des Temps*, laquelle a été rédigée d'après les résultats que M. Laugier a obtenus par le calcul. Les très-légères différences que l'on constate en comparant les courbes qui sont communes aux deux dessins ne me paraissent pas devoir être attribuées aux erreurs commises en prenant les mesures sur l'épure, mais plutôt aux conventions différentes qui ont pu être faites dans le calcul ou dans la construction graphique, relativement à la forme de la Terre, aux effets de la réfraction, etc.

» La méthode que j'emploie est une modification de celle qui est décrite dans les anciens Traités d'Astronomie. Je l'ai étudiée avant de savoir qu'elle avait été imaginée, il y a environ un siècle, par le célèbre géomètre Lambert, de Mulhouse, à qui je m'empresse d'ailleurs d'en restituer le principe. Lalande, ordinairement si bien informé, n'en parle pas, et Lagrange, tout en la mentionnant, ne s'en tient pas moins à la projection ordinaire, à laquelle il applique seulement les corrections qu'il avait en vue. Je ne crois pas me tromper en supposant que, la construction des cartes étant autrefois réservée à peu près exclusivement aux cas assez rares des éclipses totales ou annulaires visibles en Europe, on se préoccupait surtout de la prédiction des *circonstances* du phénomène pour un lieu donné. Dès lors on s'inquiétait assez peu des inexactitudes inévitables qui résultaient du mode de projection en usage quand on voulait l'appliquer à la prédiction de l'éclipse pour la Terre en général. On s'expliquerait difficilement d'une autre manière la préférence accordée par Lagrange à l'ancienne projection, car les corrections qu'il proposait d'introduire ont certainement moins d'importance que les erreurs graphiques auxquelles je fais allusion en ce moment.

» Quoi qu'il en soit, les essais que j'ai faits en employant comparativement les deux méthodes m'ont convaincu des avantages de celle de Lambert, dont je me suis attaché à tirer toutes les conséquences, et qui pourrait être, selon moi, utilement introduite dans l'enseignement et même dans la pratique de l'Astronomie.

» Le principe de cette méthode consiste dans la substitution ou, pour mieux dire, dans l'adjonction de la projection stéréographique du globe terrestre à la projection orthographique, qu'on se contentait d'employer ordinairement. Avec cette dernière, on était obligé de représenter les méridiens et les parallèles par des ellipses, dont le tracé est toujours long et délicat, et l'exactitude que l'on obtenait pour les résultats au centre de la projection s'altérait rapidement quand on approchait des bords. Ce double inconvénient se trouve évité sur la projection stéréographique, où tous les cercles de la sphère sont encore des cercles, et qui donne autant sinon plus de précision sur les bords qu'au centre. Les mesures et les constructions sont des plus faciles pour un dessinateur tant soit peu exercé, et l'on peut encore simplifier l'opération graphique préliminaire à l'aide de Tables qui donnent les positions des centres et les grandeurs des rayons des méridiens et des parallèles.

» Les résultats qui sont consignés dans les tableaux numériques et sur

la carte qui accompagnent cette Note, ont été relevés directement sur l'épure adjointe à la carte. Sur cette épure, la projection stéréographique du globe terrestre est renfermée dans un cercle de $0^m,10$ de rayon; les parallèles ont été tracés de 10 degrés en 10 degrés seulement, et les méridiens de 15 degrés en 15 degrés, ou d'heure en heure.

» La marche systématique, et d'ailleurs tout à fait naturelle, que l'on a suivie pour faire ces relevés a permis de tracer, en outre des courbes de l'éclipse centrale, de simple contact et d'illumination, les lignes qui indiquent pour des lieux différents la phase maxima de l'éclipse (nombre de doigts) et celles qui donnent l'heure de cette phase, les unes et les autres à des distances assez rapprochées pour qu'il soit aisé de déterminer à vue par interpolation ces deux *circonstances* importantes pour un lieu quelconque atteint par la pénombre de la Lune.

» La projection que j'ai adoptée est faite sur le plan du cercle d'illumination, tout comme la projection orthographique ordinaire, d'où elle se déduit naturellement. Lambert en indique plusieurs autres qui seraient exécutées sur le plan de l'équateur, sur celui de l'écliptique, ou encore sur celui de l'orbite lunaire. La projection sur le plan de l'équateur ou projection polaire serait la plus simple de toutes à employer, et je me propose d'en faire l'essai parce qu'il est fort probable qu'elle permettrait d'opérer à une assez grande échelle, ce qu'on ne peut faire sans quelque difficulté, en conservant le cercle d'illumination pour plan du tableau, à cause de la grandeur qu'atteignent les rayons des méridiens du centre de la projection et ceux de quelques-uns des parallèles. »

ASTRONOMIE. — *La lumière zodiacale observée à Münster, en Westphalie.* Note de **M. Heis**, présentée par M. Faye.

« La lumière zodiacale n'a pas été observée cette année avant le 25 janvier, à cause du mauvais temps.

» 25 *janvier.* — Les bords de la lumière zodiacale étaient, à 7 heures du soir, par ascension droite et déclinaison :

» Au nord : $340° + 17°$, $350° + 17°$, $0° + 18°$, $10° + 18°$, $20° + 19°$, $30° + 19°$, $40° + 20°$.

» Sommet : $43° + 20°$.

» Au sud : $40° + 13°$, $30° + 6°$, $20° - 5°$, $10° - 12°$, $0° - 16°$, $350° - 20°$.

» 30 *janvier.* — Les bords étaient, à 7 heures du soir :

» Au nord : 310° + 12°, 320° + 13°, 330° + 14°, 340° + 15°, 350° + 16°,5, 0° + 18°, 10° + 20°, 20° + 20°, 30° + 20°, 40° + 20°.

» Sommet : 47° + 19°.

» Au sud : 40° + 10°, 30° + 5°, 20° + 0°, 10° — 3°, 0° — 8°, 350° — 13°.

» Vers minuit, le 30 janvier, j'observai la lueur de la lumière zodiacale, qui est *opposée* à la lumière zodiacale ordinaire et qui est très-faible. Cette lueur avait la forme d'une ellipse, dont le grand axe se trouvait entre Præsepe du Cancer et η du Lion, d'une dimension de 20 degrés, et dont le petit axe avait 8 degrés. Le centre de l'ellipse avait pour longitude 134 degrés et pour latitude + 4 degrés. La longitude du Soleil était 311 degrés; la distance entre le centre de la lueur de cette lumière zodiacale et le centre du Soleil était 177 degrés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurores boréales observées à Münster, en Westphalie, le 30 janvier et le 1er février*. Note de **M. Heis**, présentée par M. Faye.

« Le nombre des aurores boréales a été très-considérable dans l'hiver présent. Le mois de janvier nous fit voir deux fois ce phénomène, le 6 et le 20. Au soir du 30 janvier, vers les $9^h 30^m$, on aperçut à l'horizon nord-ouest une faible clarté, dont le fond était obscur et qui augmentait successivement en intensité et en extension. A $10^h 5^m$, tout le ciel nord-ouest rayonnait en pleine lumière, de Pégase jusqu'au Cygne; dès lors la lumière s'affaiblit. A $10^h 44^m$, trois rayons blancs sortirent tout à coup de la clarté, l'un vers le nord par δ du Cygne, l'autre vers nord-nord-ouest par α du Cygne, et le troisième par ρ du Cygne. Après cela, l'aurore devenait de nouveau tranquille, la clarté générale resta, mais bien distincte de la splendeur de la voie lactée et de la lumière zodiacale. Le développement le plus beau de l'aurore boréale se fit à $11^h 25^m$, où trois aigrettes lumineuses et rouges s'élevèrent entre le Cygne et Andromède. Jusqu'à minuit le ciel n'était éclairé que faiblement.

» Deux jours après l'apparition de l'aurore boréale du 30 janvier, une autre superbe aurore boréale se développait le 1er février, au soir, de bonne heure. On nous informe qu'on a observé ce phénomène à Stockholm, Pétersbourg, Köslin, Königsberg et en Angleterre. L'après-midi du 1er février, le ciel s'éclairait, et l'on apercevait beaucoup de nuages de cirrus. A $7^h 15^m$ déjà, l'aurore boréale apparut, mais je ne l'observai qu'à $7^h 45^m$, après sa complète formation. Vers le nord et le nord-ouest, une clarté se versait sur un fond obscur, en forme d'un segment, semblable à la lumière de crépuscule que la pleine lune répand au ciel peu avant son lever. Au-dessus de

ce segment, une arche superbe, rayonnante et brillante, se voûtait de $\alpha = 310$ degrés, $\delta = +37$ degrés, par η et θ du Dragon, à $\alpha = 310$ degrés, $\delta = +45$ degrés. Au-dessus de cette arche brillait un arc clair blanc, semblable à des nuages, de $\alpha = 185$ degrés, $\delta = +59$ degrés, par β et γ de la Petite Ourse, à $\alpha = 310$ degrés, $\delta = 40$ degrés. On voyait aussi vers l'ouest un large faisceau de rayons qui resplendissait en pleine lumière, semblable à un grand incendie, par β de Pégase, à $\alpha = 320$ degrés, $\delta = 42$ degrés. Il marchait lentement, en position oblique vers l'horizon, de nord à ouest; le bord, plus terminé, qui se trouvait à gauche, glissait visiblement sur les étoiles de Pégase.

» Trois minutes après, les rayons de la grande arche diminuent, mais à $7^h 50^m$ ils s'enflamment de nouveau avec plus de vivacité. Alors un second rayon vient à paraître, dont le bout s'étend jusqu'au Lézard. L'arche rayonnée monte parallèlement à elle-même, passe entre ε et ζ de la Grande Ourse, au-dessus de η du Dragon, au-dessous de β et γ de la Petite Ourse, au-dessous de α de Céphée, de α du Cygne, jusqu'à μ de Pégase. A $7^h 57^m$, le grand faisceau de rayons qui passe par Pégase disparaît. Les rayons de la grande arche deviennent de plus en plus longs, et ils convergent vers le pôle magnétique. Le grand arc, composé de nuages d'aurore boréale, se concentre de plus en plus et prend une forme ovale; il s'étend entre la Petite Ourse et Céphée; alors le nuage d'aurore boréale s'élève jusqu'à l'étoile polaire, et α et β de Cassiopée. $7^h 59^m$, l'arche de rayons s'affaiblit; 8 heures, on voit un nouveau rayon par Pégase; il se dirige, comme les autres, vers l'ouest. $8^h 2^m$, l'arche s'enflamme de nouveau : sa position est la même comme auparavant. $8^h 5^m$, les rayons de l'arche ressemblent aux comètes, quant à leur forme et leur lumière. $8^h 6^m$, le nuage se concentre au-dessous de Cassiopée. $8^h 7^m$, l'arche passe par α du Dragon, β et γ de la Petite Ourse, α et β de Céphée et α de Pégase. $8^h 9^m$, le nuage d'aurore boréale se meut à l'ouest de Pégase, il perd à $8^h 11^m$ sa forme ovale et prend celle d'une pyramide renversée jusqu'à α de Pégase; maintenant il devient de plus en plus faible, et finalement pâlit à $8^h 19^m$. L'arche de rayons s'éteint en même temps. Cependant l'aurore boréale se fait encore apercevoir par une faible illumination de l'horizon nord-ouest. Encore deux fois des rayons d'aurore boréale s'élèvent pour peu de temps. A $9^h 10^m$, un large faisceau de rayons reparaît à l'ouest de α du Cygne, un second passe par η de Pégase à $9^h 11^m$; à $9^h 14^m 30^s$ les deux faisceaux deviennent rougeâtres et disparaissent à $9^h 18^m$. Dès lors on ne peut plus distinguer l'aurore boréale à cause du brouillard qui commence à se répandre. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la Mécanique* (quatrième et dernière partie). Note de M. PIARRON DE MONDESIR, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 10. VITESSE DE PROPAGATION DU SON DANS UNE VERGE ÉLASTIQUE. — Une verge élastique horizontale, libre à ses deux bouts et d'une longueur indéfinie, rend un son harmonique quelconque $h = n$, en vibrant longitudinalement. Soient 2λ l'intervalle compris entre deux nœuds consécutifs, et t le temps employé par un ventre de vibration pour passer d'une position extrême à la position d'équilibre. La vitesse de propagation du son dans la verge sera

$$(1) \qquad U = \frac{\lambda}{t},$$

et, comme $t = \frac{1}{4N}$, on aura, pour la vitesse cherchée,

$$(2) \qquad U = 4N\lambda = \frac{4}{\pi}\sqrt{\frac{gK}{p'}},$$

à cause de l'équation (4) du n° 8.

» Pour une seconde verge d'un métal différent, on aurait

$$(3) \qquad U_1 = 4N_1\lambda_1.$$

» Si les deux verges donnent le même son fondamental, leurs longueurs totales seront 2λ et $2\lambda_1$, et les nombres N et N_1 seront égaux. Donc

$$(4) \qquad U : U_1 :: \lambda : \lambda_1.$$

Ce résultat est vérifié par l'expérience (voir *Le Son*, par M. Tyndall).

» 11. VITESSE DE PROPAGATION DU SON DANS UN GAZ PERMANENT. — Je considère une colonne gazeuse horizontale dont la longueur est indéfinie, dont la section est par hypothèse de 1 mètre carré, dont la densité (poids du mètre cube) δ est constante sur toute la longueur et dont les deux extrémités sont fermées par deux pistons verticaux mobiles et sans masse, sur lesquels s'exerce la même pression atmosphérique ϖ.

» Un son d'une hauteur quelconque est transmis par la colonne gazeuse, qui se divise alors en parties égales vibrant à l'unisson de la source sonore.

» Soit 2λ la longueur qui sépare deux nœuds consécutifs; nous aurons

d'abord, comme dans le cas précédent, pour la vitesse du son dans le gaz,

$$(1) \qquad V = \frac{\lambda}{t} = 4N\lambda.$$

» La question se trouve ainsi ramenée à la détermination du nombre N de vibrations complètes par seconde du ventre de vibration compris entre deux nœuds consécutifs de la colonne gazeuse.

» Ici, le travail affecte les trois formes dynamique, calorifique et élastique. Mais si nous admettons que l'enveloppe du gaz n'exerce aucune action, soit comme frottement, soit comme radiation, toute la chaleur développée en plus ou en moins par le mouvement vibratoire restera acquise au gaz. Le magasin calorifique se transformera donc immédiatement en magasin élastique; et nous n'aurons plus à considérer le travail que sous ses deux formes élastique et dynamique. La formule générale

$$N = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2A}{m}}$$

sera donc applicable au mouvement vibratoire dont il s'agit.

J'écris alors

$$(2) \qquad V = 4N\lambda = \frac{2\lambda}{\pi}\sqrt{\frac{Ag}{\delta\lambda}},$$

en remplaçant m par $\frac{2\delta\lambda}{g}$.

» Le problème consiste donc, en définitive, à évaluer le coefficient $A = \frac{E_1}{e_1^2}$.

» Soient x_1 le déplacement maximum du ventre de vibration, ϖ' la pression totale dans la partie condensée sur la longueur $\lambda - x_1$, ϖ'' la pression totale dans la partie dilatée sur la longueur $\lambda + x_1$.

» Dans sa position d'équilibre, la portion de colonne gazeuse de longueur 2λ possède le magasin élastique

$$E = 2\varpi\lambda.$$

E_1 est un magasin élastique supplémentaire dont la valeur est

$$(3) \qquad E_1 = \varpi'(\lambda - x_1) + \varpi''(\lambda + x_1) - 2\varpi\lambda.$$

» D'après la dernière des formules (4) du n° 4, nous avons

$$\varpi'(\lambda - x_1) = \varpi\frac{\lambda^2}{\lambda - x_1} \quad \text{et} \quad \varpi''(\lambda + x_1) = \frac{\varpi\lambda^2}{\lambda + x_1},$$

ce qui nous donne, en négligeant le carré de $\frac{x_1}{\lambda}$,

$$(4) \qquad E_1 = \frac{2\varpi x_1^2}{\lambda}.$$

» Reste à déterminer e_1 en fonction de x_1.

» Si matière et chaleur se répartissaient également sur la partie condensée et sur la partie dilatée, on aurait évidemment $e_1 = \frac{x_1}{2}$, comme dans le cas d'une verge solide.

» Mais l'observation indique que la densité n'est variable qu'aux environs du nœud et qu'elle reste constante aux environs du ventre. La répartition de la matière n'est donc pas uniforme, et par conséquent celle de la chaleur ne doit pas l'être non plus, attendu que la pression totale $\varpi + p + q$ doit rester constante dans toutes les tranches de la partie condensée et dans toutes celles de la partie dilatée.

» Soient, pour la partie condensée, a la longueur, mesurée à partir du nœud, sur laquelle l'excédant de matière de la tranche x_1 s'est réparti, et $\lambda - x_1 - a$ la longueur sur laquelle s'est répartie la chaleur de la compression. La condition relative à la pression totale donne l'équation suivante :

$$(5) \qquad \frac{\varpi x_1}{a} = \frac{\varpi \lambda x_1}{(\lambda - x_1)^2 - a(\lambda - x_1)};$$

on en tire

$$(6) \qquad a = \frac{(\lambda - x_1)^2}{2\lambda - x_1}.$$

» On obtient de même, en désignant par a' la longueur sur laquelle se manifeste la diminution de densité dans la partie dilatée,

$$(7) \qquad a' = \frac{(\lambda + x_1)^2}{2\lambda + x_1}.$$

» Le déplacement e_1 du centre de gravité est alors donné par l'équation

$$(8) \qquad 2\lambda e_1 = x_1\left(2\lambda - \frac{a + a'}{2}\right).$$

On en déduit, en remplaçant a et a' par leurs valeurs et en négligeant le carré de $\frac{x_1}{\lambda}$,

$$(9) \qquad e_1 = x_1 \frac{3\lambda^2 - x_1^2}{4\lambda^2 - x_1^2} = x_1\left(1 - \frac{1}{4 - \frac{x_1^2}{\lambda^2}}\right) = \frac{3}{4} x_1.$$

» La valeur du coefficient A est donc

(10) $$A = \frac{E_1}{e_1^2} = \frac{2\varpi x_1^2}{\lambda} \times \frac{16}{9x_1^2} = \frac{32\varpi}{9\lambda},$$

ce qui donne finalement, pour la valeur cherchée V,

(11) $$V = \frac{2\lambda}{\pi}\sqrt{\frac{32g\varpi}{9\delta\lambda^2}} = \frac{8}{3\pi}\sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}.$$

C'est la vitesse théorique du son dans un gaz permanent.

» Pour appliquer la formule (11) à l'air atmosphérique à la température o et sous la pression barométrique $0^{m},76$, il faut y faire

$$\varpi = 10330^{kg} \quad \text{et} \quad \delta = 1^{kg},2932;$$

on obtient alors, pour la vitesse théorique du son dans l'atmosphère, et en nombre rond,

(12) $$V = 336^{m}.$$

» La vitesse théorique dépasserait donc d'un centième environ la vitesse expérimentale.

» Ce résultat ne doit pas surprendre, attendu que la vitesse théorique est un maximum qu'il est, pour ainsi dire, impossible d'atteindre dans une expérience faite à la surface du sol, et qui comporte nécessairement des pertes de calorique par radiation. »

PHYSIQUE. — *Simplification de la machine électrique de Holtz et procédé d'évaluation du rapport existant entre le travail dynamique dépensé et l'électricité produite.* Note de **M. Em. Bouchotte**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« M. Poggendorff (1), en étudiant les effets de la machine électrique de Holtz, a reconnu qu'il était possible de fermer hermétiquement les fenêtres du plateau fixe de cet appareil; dans ce cas il laissait les dents des armatures du côté du disque tournant, tandis que le corps de ces organes restait dans les conditions habituelles. En s'appuyant sur ces données il a remplacé, avec succès, les fenêtres du plateau fixe par de petits trous, de 18 millimètres de diamètre, qu'il obstruait avec du liége. En fixant la dent de papier sur cette substance, du côté du disque tournant, et en col-

(1) *Bulletin de l'Académie des Sciences de Berlin*, avril 1867.

lant le corps du condensateur de l'autre, il obtenait un excellent fonctionnement des appareils.

» Ces dispositions apportaient déjà une grande simplification dans la construction des appareils, car la perforation de petits trous circulaires, substitués dans les plateaux fixes aux fenêtres, diminue les difficultés de construction; mais on peut aller encore plus loin dans cette voie.

» En effet, le rôle des bouchons de liége, qui est un conducteur pour l'électricité du même ordre que le papier, le bois, etc., sert à relier les deux parties de l'armature, le corps et le peigne. Dès lors on peut atteindre le même résultat en collant sur le plateau une bandelette de papier d'étain de 5 millimètres de largeur, qui va, en contournant le verre, du corps du condensateur à ses dents, situées du côté du disque tournant, et placées comme d'habitude vis-à-vis du peigne. On peut également substituer, à cette bandelette de feuille d'étain, une autre bandelette obtenue au moyen de l'étamage du verre; celle-ci adhère beaucoup mieux au plateau.

» Ainsi, comme on le voit, il est permis de renoncer complétement aux ouvertures pratiquées dans le plateau. Cette disposition, tout en facilitant la construction de la machine de Holtz, permet de créer un grand nombre de pôles sur le plateau fixe, et d'obtenir ainsi de notables quantités d'électricité; on se rapproche, en un mot, des effets dus aux batteries voltaïques.

» Il suffit d'avoir fait tourner pendant quelques instants un appareil, pour s'apercevoir d'une différence sensible dans le travail de la manivelle motrice, suivant que le courant électrique se produit ou qu'il n'existe pas. Cette expérience saisissante est un des moyens les plus favorables à la vulgarisation du principe de la transformation du travail mécanique en électricité.

» En outre, cette machine m'a paru se prêter facilement à une étude de la corrélation qui existe entre le travail mécanique et l'électricité qu'il produit. Ici, de même que dans le cas des appareils magnéto-électriques, il n'intervient point de cause de frottement entre les organes mis en œuvre; et même la machine de Holtz présente un avantage sur ceux-ci, c'est qu'elle est le siége d'un courant de même sens, sans l'emploi d'un commutateur.

» On pourrait arriver à évaluer la quantité de travail utile qui met en mouvement le fluide électrique, en appliquant un frein sur l'axe du disque tournant; mais les observations par cette méthode devraient comprendre une estimation des résistances passives et variables, issues du frottement des tourillons, de la raideur de la corde, etc.

» J'ai préféré arriver au but que je poursuivais, en observant ce qui se passe sur le plateau fixe. Ce plateau se trouve évidemment soumis à un système de forces égales et de signes contraires à celles qui agissent sur le disque. Ces forces peuvent se décomposer en deux autres, dont l'une agit normalement à la surface du plateau et l'autre dans son plan, pour tendre à imprimer à la glace un mouvement de rotation dans le sens de celui du disque, si l'on supprime les appuis. En mesurant cette dernière force, j'arriverai à en déduire le travail résistant que développe le disque tournant, quand l'électricité est mise en jeu.

» L'appareil suivant permet d'obtenir le résultat que je viens d'indiquer : un châssis rectangulaire entoure la machine; le côté horizontal du haut consiste en un tube de verre, enduit de vernis à la gomme laque, lequel tube porte le plateau qui lui est relié au moyen de fortes viroles en bronze. Les deux côtés du châssis, qui sont verticaux, portent des couteaux de balance qui reposent sur deux platines en acier; ces platines sont assujetties des deux côtés du bâti de la machine de manière à se trouver dans l'axe de rotation du système.

» A l'aide de ces dispositions, on comprend que le plateau tend à prendre un mouvement de gyration autour de l'axe du disque; il ne reste donc qu'à pouvoir calculer quel est le moment de la force ou du poids qui est capable de le maintenir en équilibre. Pour atteindre ce but, il suffit de visser, contre l'un des côtés verticaux du châssis, un fléau de balance muni de plateaux ordinaires.

» Le système qui vient d'être décrit a été construit par M. Bellieni et peut trébucher sous l'action du poids de $\frac{1}{2}$ gramme introduit dans la balance. Or, dans les expériences préliminaires que je viens seulement de terminer, il a fallu 70 grammes pour tenir le plateau fixe de l'appareil de Holtz en équilibre. Les observations ultérieures ne comporteront ainsi qu'une erreur de $\frac{1}{140}$ ou de $\frac{71}{10000}$.

» Très-prochainement j'aurai l'honneur de transmettre à l'Académie le résultat des expériences réalisées au moyen de cette disposition. Mais, en terminant, je dois dire que, dans ces recherches, j'emploie une machine de Holtz, enfermée dans une cage en verre, d'après les indications de M. Demoget.

» La machine, ainsi disposée, est indépendante de l'état hygrométrique. En outre, le mouvement est emprunté à un moteur hydraulique qui marche avec une grande régularité. C'est ainsi que j'ai pu constater, au moyen d'un galvanomètre à longue résistance, des courants de 30 degrés, soumis à des variations insignifiantes. »

CHIMIE. — *Chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et avec l'oxygène.* Note de MM. L. TROOST et P. HAUTEFEUILLE, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les résultats contenus dans la Note que nous avons présentée à l'Académie, dans sa dernière séance, nous permettent d'aborder aujourd'hui la détermination de la chaleur de combinaison du silicium amorphe avec le chlore et avec l'oxygène. Nous donnons également la chaleur de transformation isomérique du silicium amorphe en silicium cristallisé et en silicium fondu.

» I. *Chaleur dégagée dans la combinaison du silicium amorphe avec le chlore.* — Pour déterminer l'attaque du silicium amorphe par le chlore dans le moufle du calorimètre, nous avons mêlé au silicium $\frac{1}{10}$ de son poids de bore amorphe. La disposition adoptée est exactement la même que lorsqu'il s'agissait du bore. La chaleur dégagée dans l'expérience et mesurée par le calorimètre est due : d'abord à la chaleur produite par la combinaison du bore avec le chlore et à la réaction sur l'eau du chlorure de bore formé; ensuite à la chaleur dégagée dans la combinaison du silicium avec le chlore, et à la réaction sur l'eau du chlorure de silicium produit. On élimine la quantité de chaleur due à l'intervention du bore en retranchant du résultat total le nombre de calories qu'aurait dégagé l'attaque du bore seul, nombre que l'on peut déduire des chiffres inscrits dans le tableau de la Note citée plus haut. Il faut ensuite, pour isoler la chaleur due à la seule combinaison du chlore avec le silicium, retrancher de ce même résultat total la chaleur dégagée dans la réaction du chlorure de silicium sur l'eau. Nous avons déterminé la valeur de cette dernière correction en faisant réagir des poids de chlorure de silicium et d'eau égaux à ceux qui s'étaient trouvés en présence dans l'opération précédente. Nous avons constaté que 1 équivalent de chlorure de silicium, réagissant sur 140 fois son poids d'eau, dégage 40825 calories. Le calcul de nos résultats nous a donné, comme moyenne de plusieurs déterminations concordantes, le nombre 5630 calories pour la chaleur que dégage 1 gramme de silicium amorphe en se combinant au chlore pour former le chlorure de silicium.

» II. *Chaleur dégagée dans la combinaison du silicium amorphe avec l'oxygène.* — L'attaque du silicium amorphe par le chlore et la réaction sur l'eau du chlorure formé nous ont donné, comme produits, de l'acide chlorhydrique très-étendu et de la silice. En retranchant de la quantité de chaleur due à cette double réaction, et déduite de la première expérience faite

plus haut, la chaleur de la production de l'acide chlorhydrique en solution étendue comme nous l'avons fait dans le cas du bore, nous supprimons le dégagement calorifique dû à l'intervention du chlore dans la réaction, et nous obtenons la quantité de chaleur dégagée dans la formation de la silice hydratée. Pour passer de cette quantité de chaleur à celle qu'aurait donnée le silicium en brûlant et donnant de la silice anhydre, nous avons déterminé la quantité de chaleur qu'il faut enlever à la silice hydratée pour l'amener à l'état de silice calcinée. La valeur de cette correction a été fixée en formant successivement avec ces deux variétés de silice une même combinaison, l'acide hydrofluosilicique, et comparant les quantités de chaleur qui accompagnent ces réactions.

» Le calcul de nos expériences nous donne, pour la chaleur de combustion de 1 gramme de silicium passant à l'état de silice calcinée, 7830 calories.

» III. *Chaleur de transformation isomérique du silicium amorphe en silicium cristallisé ou en silicium fondu.* — Cette chaleur de transformation isomérique s'obtient en dissolvant les différentes variétés du silicium dans l'acide nitrofluorhydrique. Des expériences successives exécutées sur d'égales quantités du même acide, agissant sur des poids égaux de silicium amorphe et de silicium cristallisé, nous ont permis de calculer la différence des effets calorifiques dus à l'attaque de ces deux corps, par l'acide nitrofluorhydrique, et, par suite, la différence des quantités de chaleur dégagées par leur oxydation. Nous avons ainsi reconnu que le silicium amorphe, en se transformant en silicium cristallisé, dégage 290 calories par gramme.

» Quant au silicium fondu, il dégage, lorsqu'on le traite par l'acide nitrofluorhydrique, la même quantité de chaleur que le silicium cristallisé. Cette égalité dans le pouvoir calorifique ne nous a plus étonnés lorsque nous avons eu constaté par l'expérience que, sous ces deux états, le silicium conserve la même densité. MM. H. Sainte-Claire Deville et Wöhler ont d'ailleurs établi que le silicium fondu cristallise en se solidifiant, et que ces cristaux ont exactement la même forme que le silicium cristallisé par dissolution dans l'aluminium.

» L'ensemble des résultats nouveaux que nous avons obtenus est consigné dans le tableau suivant :

Silicium amorphe.	Par gramme.	Par équivalent. Si = 14.	Par équivalent. Si = 21
Chaleur dégagée dans la combinaison avec l'oxygène.	7830	109620	164430
» » le chlore..	5630	78820	118230
» » réaction du chlorure de silicium sur 140 fois son poids d'eau............	2915	40820	61220
Chaleur dégagée dans la transformation isomérique du silicium amorphe en silicium cristallisé......	290	4060	6090

» Des nombres inscrits au tableau qui précède et au tableau de notre dernier Mémoire, il résulte qu'à poids égal le pouvoir calorifique diminue du bore au carbone et du carbone au silicium, dans le cas où l'oxydation du carbone est maximum. Si au lieu de comparer des poids égaux nous comparons les poids équivalents, nous constatons qu'un équivalent de silicium dégage plus de deux fois autant de chaleur qu'un équivalent de carbone en s'unissant à la même quantité d'oxygène. Lorsque le carbone passe seulement à l'état d'oxyde de carbone, comme cela a lieu dans beaucoup de foyers métallurgiques, il dégage environ trois fois moins de chaleur que le même poids de silicium passant à l'état de silice.

» Ces résultats peuvent nous fournir des indications utiles pour l'explication de quelques phénomènes observés dans les opérations métallurgiques où l'on emploie des fontes siliceuses. Le silicium, regardé souvent comme une impureté de la fonte, a pris rang parmi les éléments indispensables des fontes destinées à l'affinage rapide (affinage Bessemer) pour acier fondu. Les métallurgistes donnent à ces fontes siliceuses le nom de *fontes chaudes*, nom d'autant plus caractéristique qu'il ne résulte d'aucune idée préconçue. L'allure plus chaude du convertisseur, l'élévation plus grande de la température y paraît liée à l'introduction d'une plus forte proportion de l'une des matières combustibles de la fonte. Le silicium, en brûlant dans le convertisseur, y développe trois fois plus de chaleur que le même poids de charbon se transformant en oxyde de carbone. L'augmentation du pouvoir calorifique se traduit par un accroissement de température d'autant plus que la combustion du silicium donne de la silice, corps fixe qui reste dans l'appareil, tandis que celle du charbon donne un produit gazeux qui, en se dégageant, entraîne hors du fourneau une portion de la chaleur développée. Mais la véritable justification du nom de *fontes chaudes* se trouve plutôt encore dans les propriétés remarquables des fontes riches en silicium : ces fontes peuvent être maintenues longtemps, pendant l'affinage, à une température plus élevée que les fontes ordinaires.

» Nous avons pu, par l'élégante méthode d'affinage au gaz oxygène que M. H. Sainte-Claire Deville pratique depuis longtemps dans ses cours, constater que les fontes très-siliceuses se comportent à haute température, en présence des gaz oxydants ou réducteurs, identiques à ceux qui se trouvent dans le convertisseur Bessemer, d'une manière toute différente de celle des fontes ordinaires (1). La fonte siliceuse amenée à l'état de fusion dans un creuset de chaux vive, sous le dard du chalumeau alimenté par du gaz de l'éclairage et de l'oxygène, forme un bain qui s'oxyde tranquillement, même en présence d'un excès considérable d'oxygène. Le métal, maintenu constamment en mouvement par le courant gazeux, se recouvre d'une pellicule irisée qui gagne les bords du bain en fusion et se renouvelle constamment comme dans une coupellation d'argent. On peut, sans changer l'allure du phénomène, chauffer beaucoup au-dessus de la température de fusion. Ces phénomènes différencient complétement l'affinage des fontes très-siliceuses de celui des fontes carburées, qui, chauffées dans les mêmes conditions, ne s'affinent qu'avec production de vives et brillantes étincelles, et qu'on ne peut chauffer aussi fortement sans amener une combustion rapide du fer et des projections de globules incandescents. La production des étincelles est liée, comme l'explique tous les ans M. H. Sainte-Claire Deville dans ses cours, à la dissolution du gaz oxyde de carbone dans le bain de fonte en fusion : cet oxyde, qui se dissout dans les parties où la température est la plus élevée, détermine, dans les parties moins chaudes, un véritable rochage avec projection. Or, tandis que les fontes très-carburées dissolvent en grande quantité l'oxyde de carbone, les fontes très-siliceuses ne peuvent le dissoudre, ce gaz étant décomposé par le silicium, comme l'a montré le commandant Caron. Cette circonstance explique la différence que nous signalons dans l'affinage des fontes carburées et des fontes riches en silicium. Nous avons pu, après avoir tenu longtemps la fonte siliceuse en fusion tranquille à une température très-élevée, y déterminer la production de vives étincelles, par l'introduction d'une quantité convenable de fonte riche en manganèse, qui élimine le silicium. Nous reproduisons ainsi l'un des phénomènes les plus brillants de l'affinage par le procédé Bessemer. »

---

(1) Nous avons employé successivement diverses fontes siliceuses préparées par nous, et une fonte siliceuse contenant 7 à 8 pour 100 de silicium que nous devions à l'obligeance de M. Jordan.

M. H. Sainte-Claire Deville, après avoir analysé la Note précédente de *MM. Troost* et *Hautefeuille*, ajoute les remarques suivantes :

« En chauffant au chalumeau, alimenté par l'oxygène et le gaz de l'éclairage, la fonte ordinaire dans un creuset de chaux, M. H. Sainte-Claire Deville produit à volonté l'affinage avec un petit nombre d'étincelles ou avec un véritable bouquet d'artifice. Il lui suffit de rendre les gaz du chalumeau très-oxydants ou très-réducteurs. Dans ce dernier cas, les étincelles sont très-nombreuses pendant l'affinage, et le métal roche en dégageant de l'oxyde de carbone pendant le refroidissement.

» M. H. Sainte-Claire Deville explique ces deux phénomènes, rochage et production de vives étincelles, par une même cause : la dissolution de l'oxyde de carbone (1) dans le métal en fusion. Ce gaz produit par l'oxydation du carbone de la fonte pendant l'affinage s'y dissout en quantité de plus en plus grande dans les parties les plus chaudes; il se dégage dans celles où la température est moins élevée et projette des gouttelettes de métal incandescent (ce phénomène rappelle exactement celui que présente l'acide carbonique en se dégageant de l'eau de Seltz). Ces gouttelettes, s'oxydant dans l'atmosphère, dissolvent de nouvel oxyde de carbone et, rochant encore, se divisent en parcelles plus petites. Celles-ci s'oxydent de nouveau, se chargent par suite d'oxyde de carbone, et, au moment où elles se refroidissent, donnent naissance à un nouveau rochage; de là les sillons lumineux, les étincelles multiples et la crépitation qui accompagnent ces étincelles.

» Les étincelles que lance le platine en fusion s'expliquent d'une manière analogue, par l'hydrogène que ce métal dissout.

» Enfin, cette explication de M. H. Sainte-Claire Deville s'applique également bien aux phénomènes présentés par le charbon, qui ne pétille au moment où on l'allume que s'il était préalablement humide. La vapeur d'eau contenue dans les pores joue ici le même rôle que l'oxyde de carbone dissous dans les métaux en fusion. »

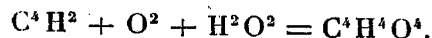
CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la synthèse des acides organiques; par* M. Berthelot.

« 1. Entre la formule de l'acétylène et celle de l'acide acétique il existe une relation très-simple : il suffit en effet d'ajouter à la première 2 équiva-

---

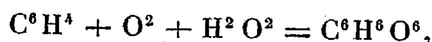
(1) Ceci est démontré également pour l'hydrogène par les expériences remarquables et les analyses de M. Cailletet.

lents d'oxygène et 2 équivalents d'eau pour obtenir la seconde :



$$C^4H^2 + O^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4.$$

» De même l'allylène comparé à l'acide propionique :



$$C^6H^4 + O^2 + H^2O^2 = C^6H^6O^6,$$

comparaison qu'il est facile de généraliser. C'est cette relation de formule que j'ai réalisée par expérience.

» 2. J'ai opéré d'abord avec l'oxygène libre. 1 volume d'acétylène et 20 volumes d'air ont été mélangés et abandonnés, à la lumière diffuse et à la température ordinaire, en présence d'une solution étendue de potasse. Au bout de six mois, l'acétylène avait en grande partie disparu, ainsi qu'un volume d'oxygène voisin de la moitié de celui de l'acétylène. La moitié de ces corps, et même un peu plus, s'était changée en acide acétique, que j'ai isolé et caractérisé :



$$C^4H^2 + O^2 + KO, HO = C^4H^3KO^4.$$

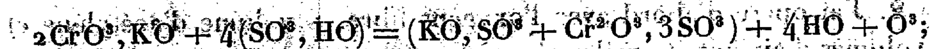
» Une autre portion, un peu moindre, avait engendré, en se condensant, une matière bitumineuse formée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; la production immédiate de cette matière, au moyen de l'oxygène libre et d'un carbure d'hydrogène, semblera peut-être de nature à jeter quelque jour sur l'origine de certains bitumes naturels.

» 3. L'acétylène peut être changé en acide acétique d'une manière plus complète, au moyen de l'acide chromique pur. L'action varie avec la concentration du réactif. Opère-t-on sur le gaz, en présence d'une petite quantité d'eau : l'action est brusque, violente, accompagnée par un grand dégagement de chaleur; elle engendre alors les acides carbonique et formique, ainsi qu'une quantité variable d'acide acétique.

» Pour obtenir ce dernier à l'état de pureté, il convient de modérer la réaction et d'opérer sur une solution aqueuse d'acétylène. On y ajoute l'acide chromique et l'on abandonne le tout à la température ordinaire. Peu à peu la liqueur brunit : au bout de quelques jours l'acétylène a disparu. On distille alors et on sature la liqueur distillée par le carbonate de baryte. J'ai ainsi obtenu l'acétate de baryte cristallisé et parfaitement pur (Ba = 53,6; théorie : 53,7).

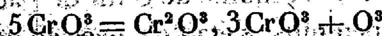
» 4. Le réactif employé dans ces expériences mérite quelque attention. Il ne doit pas être confondu avec le mélange ordinaire d'acide sulfurique et de bichromate de potasse. L'acide chromique pur et exempt d'acide sul-

furique agit tout autrement, et avec beaucoup plus de modération, malgré l'énergie apparente de sa première attaque. C'est ainsi qu'il change simplement l'éthylène en aldéhyde, le propylène en acétone, le camphène en camphre, toutes réactions que le mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique ne produit pas, parce qu'il dépasse le but. Cette diversité d'effets répond à celle des produits fournis par la réduction de l'acide chromique. En effet, le dernier mélange fournit de l'alun de chrome, avec perte de *la moitié* de l'oxygène de l'acide chromique :



$$2CrO^3, KO + 4(SO^3, HO) = (KO, SO^3 + Cr^2O^3, 3SO^3) + 4HO + O^3;$$

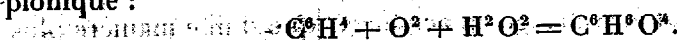
tandis que l'acide chromique pur cède aux carbures *le cinquième* de son oxygène, en produisant un chromate chromique, sel très-soluble analogue au sulfate ferrique :



$$5CrO^3 = Cr^2O^3, 3CrO^3 + O^3.$$

» L'acide chromique pur agit sur les carbures dès la température ordinaire, et son action peut être accélérée par la chaleur, ou ralentie par la dilution des liqueurs. En brusquant les réactions on obtient surtout les composés neutres (aldéhydes, acétones, camphre, etc.); en les ralentissant, on forme de préférence les acides et surtout ceux qui renferment la même proportion de carbone que le carbure mis en expérience.

» 5. J'ai répété les mêmes essais sur l'allylène, et j'ai obtenu l'acide propionique :



$$C^6H^4 + O^2 + H^2O^2 = C^6H^6O^4.$$

» Cet acide a été isolé et caractérisé; j'ai analysé le propionate de baryte cristallisé (Ba = 48,7; théorie : 48,4). Mais la formation de l'acide propionique est accompagnée par celle de quantités variables d'acide acétique et formique, produits d'une oxydation plus avancée. Les expériences ont été répétées avec l'allylène de deux origines [du bromure de propylène, dérivé de l'éther allyliodhydrique, et de l'acétone monochlorhydrique (1), C^6H^5Cl].

» 6. Le propylène, C^6H^6, traité de la même façon, a produit aussi une quantité notable d'acide propionique (outre l'acétone et l'acide acétique). Mais cet acide propionique ne semble pas un produit direct d'oxydation. Il ne dérive pas d'ailleurs de l'acétone formé simultanément; car l'acé-

(1) Avec ce dernier, on a obtenu notablement plus d'acide acétique, sans doute à cause de quelque différence dans les conditions d'oxydation.

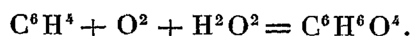
tone (des acétates), attaqué par l'acide chromique pur, m'a fourni un seul acide volatil, l'acide acétique, conformément aux faits déjà connus. Il est probable que l'acide propionique dérive ici d'un peu d'aldéhyde propionique, formé d'abord aux dépens du propylène, et en même temps que l'acétone, avec lequel cet aldéhyde est isomérique.

» 7. L'acide chromique attaque le carbone lui-même, et il l'attaque à froid. En opérant sur du carbone pur (charbon de fusain chauffé au rouge-blanc dans un courant de chlore sec), j'ai constaté la formation d'une petite quantité d'acide oxalique, lequel se trouve engendré par synthèse totale :



$$2C^2 + 3O^2 + H^2O^2 = C^4H^2O^8.$$

» 8. Mais revenons à l'oxydation de l'allylène. Cette oxydation, nous l'avons vu, engendre l'acide propionique :



$$C^6H^4 + O^2 + H^2O^2 = C^6H^6O^4.$$

» Je me suis demandé si elle n'avait pas lieu en deux temps, correspondants l'un à une addition d'oxygène, l'autre à une addition d'eau :



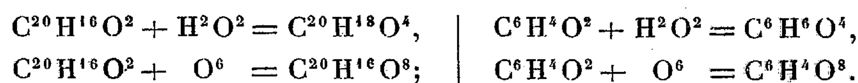
$$C^6H^4 + O^2 = C^6H^4O^2 \ldots\ldots C^6H^4O^2 + H^2O^2 = C^6H^6O^4.$$

La production d'un composé $C^6H^4O^2$ serait conforme aux analogies, puisque l'éthylène fournit d'abord de l'aldéhyde, $C^4H^4O^2$; et le propylène, C^6H^6, de l'acétone, $C^6H^6O^2$ (et probablement de l'aldéhyde propionique). Le composé $C^6H^4O^2$ doit pouvoir aussi être obtenu avec l'hydrate d'allylène, C^6H^4, H^2O^2 (1). On doit aussi le préparer en déshydratant l'acide propionique (réaction que j'étudie en ce moment) :



$$C^6H^6O^4 - H^2O^2 = C^6H^4O^2,$$

et il doit régénérer cet acide sous l'influence des alcalis. Ce serait un homologue de l'oxyde de carbone et le type d'une nouvelle classe de composés oxygénés, analogues aux acétones et surtout au camphre, lequel peut de même être changé en un acide monobasique, par hydratation, et en un acide bibasique, par oxydation :



$$C^{20}H^{16}O^2 + H^2O^2 = C^{20}H^{18}O^4, \qquad C^6H^4O^2 + H^2O^2 = C^6H^6O^4,$$
$$C^{20}H^{16}O^2 + O^6 = C^{20}H^{16}O^8; \qquad C^6H^4O^2 + O^6 = C^6H^4O^8.$$

---

(1) J'ai préparé récemment cet alcool au moyen de l'allylène et de l'acide sulfurique monohydraté, etc. C'est un liquide moins volatil que l'acétone, comparable à l'hydrate de propylène, doué d'une odeur semblable, mais plus poivrée, très-soluble dans l'eau, précipitable par le carbonate de potasse, etc.

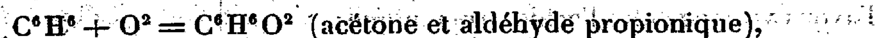
» J'ai en effet observé, en brusquant la réaction de l'acide chromique sur l'allylène, la formation d'un liquide neutre, très-analogue à l'acétone, dont il est cependant distinct ainsi que de l'acroléine. D'après mes premiers essais, les propriétés de ce corps seraient conformes à la théorie précédente. Mais je me réserve de revenir prochainement sur ce composé et sur ses homologues.

» 9. Résumons en peu de mots ces expériences sur l'oxydation directe des carbures d'hydrogène éthyléniques et acétyléniques :

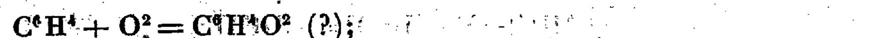
» 1° Une première oxydation fixe de l'oxygène sur le carbure libre par simple addition, avec formation d'*aldéhydes* et d'*acétones* :



$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2$ (aldéhyde),

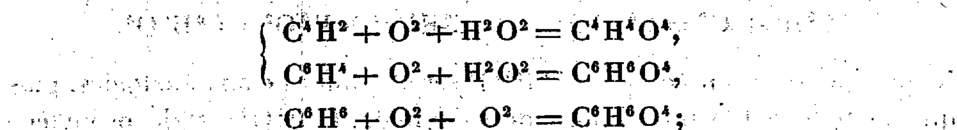


$C^6H^6 + O^2 = C^6H^6O^2$ (acétone et aldéhyde propionique),



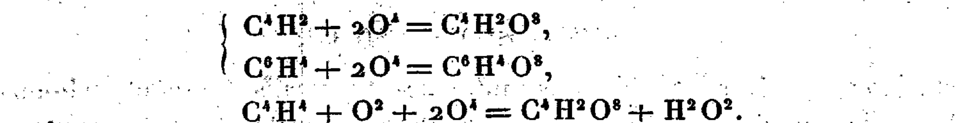
$C^6H^4 + O^2 = C^6H^4O^2$ (?);

» 2° Une réaction ultérieure, toujours opérée sur le carbure libre, engendre les *acides monobasiques* :



$$\begin{cases} C^4H^2 + O^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4, \\ C^6H^4 + O^2 + H^2O^2 = C^6H^6O^4, \end{cases}$$
$$C^6H^6 + O^2 + O^2 = C^6H^6O^4;$$

» 3° Enfin j'ai établi précédemment que les mêmes carbures libres, sous l'influence du permanganate de potasse alcalin, donnent naissance aux *acides bibasiques* :



$$\begin{cases} C^4H^2 + 2O^4 = C^4H^2O^8, \\ C^6H^4 + 2O^4 = C^6H^4O^8, \end{cases}$$
$$C^4H^4 + O^2 + 2O^4 = C^4H^2O^8 + H^2O^2.$$

» On voit que l'oxydation directe et régulière des carbures d'hydrogène engendre successivement les aldéhydes, les acides monobasiques et les acides bibasiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation simultanée d'isomères en proportions définies*; par **M. A. Rosenstiehl.**

« En étudiant l'action de l'acide nitrique sur le toluène du goudron de houille, je suis arrivé à ces conclusions remarquables : 1° qu'il se produit simultanément deux nitrotoluènes isomères, et qu'il est impossible, dans

cette réaction, de n'en obtenir qu'un; 2° que les proportions de ces deux nitrotoluènes varient avec les conditions de l'expérience, mais que ces variations n'ont lieu qu'entre des limites définies. Ces limites sont atteintes quand on a obtenu :

2 parties de nitrotoluène α (isomère cristallisé) pour
1 partie de nitrotoluène β (isomère liquide), ou inversement

(*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 605). Ces résultats ont été publiés il y a un an. J'ai cité, à cette époque, ces chiffres sans en tirer de conséquences; je n'en avais pas compris la signification. Depuis, en étudiant mes Notes, dans le but de les réunir en un seul Mémoire, j'ai été amené à rapprocher diverses observations qui avaient été notées, mais auxquelles je n'avais pas attaché l'importance qu'elles méritent en réalité. J'ai l'intention de montrer aujourd'hui que l'existence de limites définies dans les proportions des isomères, qui se forment simultanément, est en liaison intime avec le nombre de molécules qui entrent en réaction. Voici les faits auxquels je viens de faire allusion.

» Si l'on analyse les produits de l'action de l'acide nitrique sur le toluène, on remarque que la proportion de nitrotoluène α est d'autant plus forte que l'acide nitrique employé se rapproche plus de la composition NO^3H. Le chiffre le plus élevé que l'on ait pu obtenir est de 64,8 pour 100 du poids total de nitrotoluène produit. La limite de 66,7 n'a donc pas été exactement atteinte : il n'est pas facile d'y arriver, car, dans les conditions de température ou de concentration où il faudrait se placer, la formation de binitrotoluène est imminente.

» En opérant dans des conditions où l'action chimique est moins énergique, on voit la proportion de nitrotoluène α diminuer, celle de l'isomère β augmenter graduellement, jusqu'au moment où l'acide nitrique, affaibli de plus en plus, refuse d'agir. Dans ce moment, où l'action chimique cesse faute d'aliment, on a atteint une nouvelle limite. Le mélange d'hydrocarbures nitrés, obtenu dans ces conditions, contient exactement 33,3 pour 100 de nitrotoluène α et 66,7 de nitrotoluène β. L'acide nitrique résultant de cette réaction présente la composition $(NO^3H)^2.3H^2O$. Cet acide n'agit plus sur le toluène. On représente généralement l'action chimique qui donne naissance aux dérivés nitrés, par exemple au nitrotoluène, par l'équation suivante

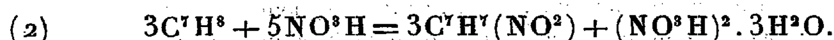


(1) $$C^7H^8 + NO^3H = C^7H^7(NO^2) + H^2O.$$

» Cette équation n'est qu'approximative.

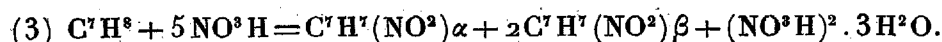
» D'après ce qui vient d'être dit, l'action du toluène sur l'acide nitrique est épuisée, quand l'acide est arrivé à la composition $(NO^3H)^2 . 3H^2O$.

» L'équation qui représente la formation du nitrotoluène est la suivante, si l'on ne tient pas compte de l'isomérie :



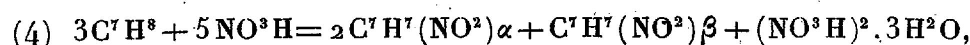
$$(2) \qquad 3C^7H^8 + 5NO^3H = 3C^7H^7(NO^2) + (NO^3H)^2 . 3H^2O.$$

» La substitution de (NO^2) à H se fait donc *simultanément dans* 3 *molécules de toluène*. Or dans les conditions auxquelles correspond l'équation ci-dessus, il s'est formé 2 parties, en poids, de nitrotoluène β, et 1 partie de son isomère α. Comme les molécules isomères ont même poids, le rapport de ces derniers représente aussi le rapport de molécules; en introduisant cette condition dans l'équation (2), on a



$$(3) \quad C^7H^8 + 5NO^3H = C^7H^7(NO^2)\alpha + 2C^7H^7(NO^2)\beta + (NO^3H)^2 . 3H^2O.$$

Cette équation représente exactement les faits, dans les conditions qui correspondent à la deuxième limite. S'applique-t-elle aussi à la première limite, qui correspond au maximum de nitrotoluène α? Je crois qu'on ne peut avoir de doutes à cet égard; car, si l'on ne peut constater la formation de $(NO^3H)^2 . 3H^2O$, à cause de l'excès de NO^3H, dont la présence est nécessaire, du moins a-t-on constaté l'existence de la limite, qui est une preuve convaincante que, dans ce cas aussi, la substitution se fait en même temps dans 3 molécules de toluène. On peut donc reproduire l'action chimique, dans ce moment, par l'équation



$$(4) \quad 3C^7H^8 + 5NO^3H = 2C^7H^7(NO^2)\alpha + C^7H^7(NO^2)\beta + (NO^3H)^2 . 3H^2O,$$

qui est la symétrique de la précédente.

» Les équations (3) et (4) représentent les cas limites où la formation simultanée des isomères a lieu suivant des proportions définies. Il est fort probable que l'existence de limites semblables à celles que je viens de montrer seront observées encore dans d'autres cas. La détermination de ces limites ne sera possible, toutefois, que si l'on possède une méthode analytique qui permette le dosage des isomères. Cette condition sera souvent un obstacle.

» Si l'on discute les équations (3) et (4), on voit que les limites dépendent : 1° du nombre m de molécules qui prennent part, à la fois, à la réaction; 2° du nombre n d'atomes d'hydrogène qui se prêtent à la substitution simultanée. (J'entends dire, par l'expression « substitution simultanée », que cette

substitution se fait à 1 seul atome d'hydrogène dans une molécule, mais à des atomes occupant des places différentes dans des molécules différentes.) La formule générale qui représente les limites dans lesquelles peuvent varier les proportions d'isomères qui se forment en même temps est

$$(m - n) + 1 : 1 : 1 \ldots,$$

à la condition que m et n soient des nombres entiers tels que m ne soit jamais plus petit que 1 et n pas plus petit que 2.

» Examinons ce cas, qui est le plus simple. L'équation devient alors

$$0 : 1,$$

ce qui veut dire que si la réaction ne se fait que sur 1 molécule, les proportions des isomères qui prennent naissance simultanément sont indéterminées.

» L'action du brome sur le toluène me paraît être une réaction qui réalise ce cas



$$C^7H^8 + Br^2 = C^7H^7Br + HBr.$$

» L'acide bromhydrique qui se forme ne contient que 1 seul atome d'hydrogène; la réaction ne se fait donc que sur 1 seule molécule; s'il se forme deux isomères, au moins les réactions qui les produisent sont entièrement indépendantes.

» En étudiant le bromure de toluène, nous n'avons obtenu, M. Nikiforoff et moi, que fort peu de bromotoluène β. Dans un produit, dont nous avions séparé par cristallisation la plus grande partie de bromotoluène α, nous n'avons trouvé que 23,8 pour 100 de son isomère, qui a été dosé indirectement à l'état de toluidine (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 469). MM. Huebner et Wallach, en étudiant le même corps, ont trouvé qu'il ne pouvait contenir que des quantités très-petites d'un isomère liquide, et que la majeure partie était du bromotoluène cristallisable (α) [*Zeitschrift für Chemie*, t. V, p. 500]. Enfin, M. Koerner, dans un travail publié à Palerme (*Determinazione del luoco chimico*, p. 43), admet que le bromotoluène qu'il a préparé contient environ 25 pour 100 de produit β.

» En faisant, dans la formule citée plus haut, $n = 2$ et $m = 3$, elle devient

$$2 : 1 \ldots \quad \text{et} \quad 1 : 2.$$

C'est le cas de l'action de l'acide nitrique sur le toluène; enfin, en posant $m = n$, on a le rapport

$$1 : 1 : 1 \ldots,$$

c'est-à-dire qu'il n'y a plus ni maximum ni minimum; tous les isomères qui prennent naissance simultanément seront contenus dans le produit, par parties égales. Je vais utiliser ce cas extrêmement intéressant pour résoudre une question importante.

» Peut-il exister trois toluidines isomères?

» M. Kekulé et les chimistes qui admettent sa théorie sur la constitution de la benzine disposent d'arguments d'une valeur incontestable pour répondre à cette question par l'affirmation. L'espace me manque pour reproduire ces arguments, très-connus du reste. La question n'est pas résolue par l'expérience, la troisième toluidine reste à découvrir.

» Quel que soit le procédé par lequel on puisse arriver à obtenir ce troisième isomère, il me paraît certain que ce n'est pas par l'action de l'acide nitrique sur le toluène. En effet, admettons qu'il puisse se former simultanément trois nitrotoluènes isomères, nous aurons

$$m = 3 \quad \text{et} \quad n = 3,$$

et la formule devient

$$1 : 1 : 1,$$

c'est-à-dire que les trois isomères devraient se produire en quantités égales : ceci est contraire aux faits. On ne peut pas m'objecter que peut-être ce troisième nitrotoluène m'a échappé. Ainsi qu'il vient d'être dit, il ne devrait pas s'en former des traces, mais exactement $\frac{1}{3}$ de la masse totale. Comme j'ai obtenu tantôt 2 parties de nitrotoluène α et 1 partie de nitrotoluène β, et tantôt les proportions inverses, j'aurais dû confondre le troisième isomère tantôt avec le produit α, tantôt avec le produit β, ou, ce qui revient au même, la toluidine avec la pseudotoluidine, ce qui est impossible. J'ai cherché longtemps un troisième isomère; j'ai soumis le nitrotoluène d'un côté, le mélange des alcaloïdes qui en dérivent de l'autre, à une analyse immédiate minutieuse, et, quoique je n'aie rien trouvé, j'ai eu, jusque dans ces derniers temps, l'arrière pensée que ce troisième isomère pourrait se former en si petite quantité que sa présence ait pu m'échapper cependant. Mais, si les conclusions que j'ai tirées de mes expériences sont justes, j'aurais pu me dispenser de ces longues recherches. L'existence de limites définies dans les proportions des isomères qui se forment simultanément démontre, d'une manière irrécusable, que le nitrotoluène ne peut être formé que par un mélange de deux isomères. »

PHYSIOLOGIE. — *De la nature et de l'origine des globules du sang; par* **MM. A. Béchamp** *et* **A. Estor** (1).

« A part la description, faite par les anatomistes pour chaque espèce, on ne connaît guère sur les globules du sang que des faits chimiques ayant jusqu'à présent jeté fort peu de lumière sur le fonctionnement de ces organes. On considère ordinairement les globules sanguins de l'homme et des mammifères comme de petites masses élastiques, dans lesquelles on ne découvre ni membrane, ni noyau, de sorte que beaucoup de physiologistes modernes n'osent pas les considérer comme des cellules (Hermann). Trompé par l'aspect que présentent les globules sous le microscope, on est donc porté à les regarder comme de petites masses homogènes. Contrairement à cette opinion, nous venons démontrer par l'expérience que les globules du sang ne sont pas autre chose que des amas de granulations moléculaires, de microzymas agglutinés.

» *A*. Quand on reçoit du sang directement, du vaisseau qui le fournit, dans un vase contenant de l'alcool à 45 degrés centésimaux, il reste complétement liquide; il ne se dépose ni fibrine, ni globules; la masse paraît rouge et limpide. Mais bientôt on voit la transparence s'affaiblir, et il se forme au fond du vase un dépôt abondant, que le microscope démontre à peu près exclusivement formé de granulations moléculaires libres et mobiles, ou bien encore agglutinées. On peut, en quelque sorte, élever ces granulations moléculaires et assister à leur rapide prolifération. Pour cela, on jette le premier mélange dans un filtre; la masse du dépôt est retenue, mais il passe toujours quelques microzymas qui prolifèrent si bien, qu'à une température de 25 à 35 degrés environ, on voit, après deux heures, le dépôt se reformer, et, après trente-six heures, être aussi abondant que le premier. Et la même série de phénomènes se reproduira jusqu'à ce que, le liquide étant complétement décoloré, les matériaux de nutrition fassent défaut. L'expérience pouvant être faite avec du sang battu et défibriné, ce n'est pas la fibrine qui fournit les microzymas: ils proviennent des globules, où l'on peut les retrouver par quelques artifices bien simples.

» On peut retenir sur un filtre des globules ayant préalablement subi l'action d'une solution de sulfate de soude; on les place ensuite sur une

(1) Les expériences dont nous donnons aujourd'hui le résultat répondent à l'engagement que nous avions pris d'indiquer ultérieurement « quel lien rattache le globule sanguin et sa fonction aux microzymas. » (Voir *Comptes rendus*, 20 septembre 1869.)

lame de verre et on les broie à l'aide d'une molette de verre; les globules sont déchirés, et les microzymas, devenus libres, nagent dans le liquide, avec le mouvement oscillatoire qui leur est propre.

» On peut varier l'expérience : on prend une goutte de sang défibriné, on l'examine au microscope, et l'on trouve une masse de globules où il est souvent difficile, ou même impossible, de trouver entre eux un seul microzyma. On dépose alors une goutte d'eau distillée sur le bord de la lame couvre-objet; aussitôt, par le fait de la pénétration de l'eau, les globules pâlissent, puis deviennent granuleux, puis se désagrégent, en laissant à leur place, des masses de microzymas très-mobiles, sans qu'on puisse jamais apercevoir de lambeaux d'une membrane préexistante, question sur laquelle nous aurons à revenir. On peut suivre de l'œil la transformation des globules, en masses granuleuses d'abord, et enfin en granulations libres.

» *B*. Les microzymas des globules sanguins se comportent, au point de vue de leur évolution, comme ceux du foie, que nous avons étudiés depuis longtemps, et comme ceux de la fibrine. D'abord libres, ils peuvent, dans certaines circonstances déterminées, se rencontrer sous la forme de chapelets plus ou moins longs. Placés dans des fioles contenant de l'empois créosoté, additionné ou non de carbonate de chaux pur, ils se développent très-rapidement en bactéries, bactéridies. Dans un bon nombre d'expériences, nous avons pu saisir toutes les formes intermédiaires du microzyma à la bactérie.

» *C*. Les microzymas des globules sanguins agissent à la manière des ferments, d'abord sous la forme de microzymas, plus tard sous la forme de microzymas en chapelets et en bactéries, pendant ou après leur évolution. L'empois de fécule créosoté est rapidement liquéfié par eux; le mélange présente bientôt les caractères de la fécule soluble et de la dextrine. Si l'on a préalablement additionné la liqueur de carbonate de chaux pur, cette liqueur filtrée, après une réaction prolongée du mélange, précipite par l'acide oxalique, ce qui démontre la présence d'acides organiques (que nous avons mis en évidence) formés sous l'influence de ces ferments. Ils restent quelquefois pendant toute la durée de la transformation à l'état de microzymas; certaines expériences positives nous ont démontré, en effet, que l'évolution des microzymas en chapelets ou en bactéries n'est nullement nécessaire pour assurer leur action sur la fécule, l'empois est toujours fluidifié avant l'apparition des bactéries.

» *D*. Bien plus, nous croyons pouvoir affirmer que ces microzymas, jadis contenus dans des cellules, sont aptes à les reproduire. Dans les mélanges

en expérience, nous avons souvent vu naître un grand nombre de petites cellules, pâles, un peu framboisées, for tanalogues aux lencocytes, mais généralement plus petites et plus transparentes. Nous en avons parfois trouvé beaucoup (12 à 15 par champ des microscopes, obj. 7 de Nachet), dans des liqueurs qui, quelques jours auparavant, n'en présentaient pas une seule; et ces cellules ne nous ont jamais offert les caractères d'organes en voie de prolifération; nous n'avons jamais observé les traces d'une scission de ces globules ou d'un bourgeonnement; au contraire, nous avons souvent rencontré des cellules très-pâles, à peine indiquées par des microzymas agglomérés en forme de sphère et immobiles; on en voyait d'autres à côté, un peu plus nettement délimitées, plus loin, de vrais lencocytes; l'observation a été assez souvent répétée pour que nous n'hésitions pas à voir, dans ces apparences diverses, les diverses phases du développement de ces cellules.

» Des faits qui précèdent nous concluons :

» *A*. Les globules du sang sont des agrégats de microzymas.

» *B*. Ces microzymas peuvent évoluer en chapelets de grains, en bactéries, en bactéridies, etc., comme tous ceux que nous avons précédemment étudiés.

» *C*. Ils se comportent comme des ferments.

» *D*. Les microzymas des globules sanguins donnent naissance à des cellules semblables à des leucocytes et à d'autres cellules plus petites, se rapprochant davantage des globules. Ces microzymas sont donc capables, dans des milieux variés, d'engendrer des cellules; tout nous porte à croire que le globule du sang est, dans l'organisme, le résultat du travail de ces mêmes microzymas (1); nous reviendrons sur cet important sujet.

» Nous ne saurions insister aujourd'hui sur les conséquences qui découlent de ces recherches, relativement à la respiration, qui n'est qu'un mode de la nutrition; l'activité des globules sanguins est expliquée par celle des microzymas qui les constituent; dans ce sens, la respiration n'est qu'un cas particulier de cette classe de phénomènes qu'on appelle *fermentations*. »

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 877, le travail de M. Béchamp, intitulé : *Conclusions concernant la nature de la mère de vinaigre et des microzymas en général.*

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation de l'Arrosoir* (Aspergillum javaneum). Note de M. LACAZE-DUTHIERS.

« Lorsque l'on compare le tube calcaire d'un *Aspergillum*, terminé par cette pomme percée de petits trous qui lui a valu son nom, à la coquille bivalve d'un Bénitier ou Tridacne, d'un Pecten, d'une Huître, etc., on a de la peine à concevoir qu'un animal absolument semblable se trouve enfermé dans les uns et les autres.

» Mais avec un peu d'attention on découvre bientôt, dans ce tube de l'Arrosoir, une certaine symétrie. On trouve deux impressions semblables à deux petites valves, fortement écartées et appliquées par leur face interne sur la surface externe du tube. Au milieu des trous dont la pomme est criblée, on voit une boutonnière ou fente allongée, bordée par deux bourrelets; et enfin, en face des deux petites valves, au côté opposé, on trouve une seconde très-petite boutonnière, moins grande et moins constante que la première.

» Un plan médian vertical, passant exactement entre les deux petites coquilles et par les deux fentes en boutonnière, partage en deux moitiés symétriques latérales non-seulement le tube, mais encore l'animal qui est dans l'intérieur, ce qui est l'un des caractères les plus importants de l'archétype du Lamellibranche.

» Dans ce qui va suivre, l'Arrosoir sera toujours supposé la pomme en haut, l'ouverture du tube en bas et les deux petites valves en arrière.

» Débarrassé de sa coquille tubuleuse, l'animal est conique, sa base est supérieure, répond à la pomme et présente une fente en boutonnière. Il adhère par de larges attaches, en arrière et en haut, près des deux petites valves; enfin en avant il montre une autre petite fente, et, en bas, son sommet, qui correspond à l'ouverture inférieure du tube, est percé de deux orifices.

» Si, après l'avoir débarrassée de son enveloppe calcaire, on incise, sur la ligne médiane antérieure, cette sorte de maillot qui cache tous les organes, on voit, en écartant les bords de l'incision, en haut et en avant, une masse arrondie que l'on reconnaît à première vue pour être l'homologue de la masse viscérale des Lamellibranches ordinaires, et dans laquelle se trouvent les glandes hépatiques, génitales, ainsi que les circonvolutions intestinales.

» Cette masse s'effile en bas et s'avance comme un coin entre les deux branchies, très-faciles à reconnaître; en haut, elle est arrondie et porte un appendice libre, en forme de massue, qui rappelle à certains égards le pied des Pectens et qui est en effet un pied très-rudimentaire.

» Au-dessus et en arrière du pied, on rencontre une sorte de capuchon formé par deux lames, entre lesquelles, sur la ligne médiane, s'ouvre la bouche, et qui, en descendant sur les côtés et devenant presque libres, forment des palpes labiales.

» A cette description, même incomplète, de l'extérieur de l'animal, on peut reconnaître déjà l'Acéphale lamellibranche. Mais en pénétrant dans l'organisation, la similitude devient complète.

» Le système nerveux, d'une régularité remarquable, se compose de trois groupes de ganglions bien développés; la paire sus-œsophagienne occupe les côtés de la bouche, une longue commissure relie ses deux moitiés. La paire branchiale est placée très-bas, au-dessous de la masse viscérale, cachée par les branchies qu'elle innerve; enfin les ganglions pédieux peu développés se voient à la base de cet organe rudimentaire.

» Commissures, connectifs, nerfs et ganglions, tout ici rappelle absolument, aux différences secondaires près, ce qu'on observe dans un Cardium, un Pecten, un Solen, un Anodonte, ou tout autre Lamellibranche, et, si l'on représentait le système nerveux de l'Arrosoir sans l'entourer du galbe de l'animal, nul doute qu'on ne le prît pour le système nerveux d'un Lamellibranche normalement développé, et développé plus régulièrement qu'une Huître, qu'une Anomie, etc.

» Dans un travail déjà ancien, j'ai montré que les orifices des organes de la reproduction et du corps de Bojanus se trouvaient, chez les animaux qui nous occupent, toujours dans le voisinage du point où le connectif, qui remonte du ganglion branchial au ganglion sus-œsophagien, plonge dans la masse viscérale. D'après les analogies que je trouvais en commençant ce travail, j'ai suivi le connectif né du ganglion branchial, et, avec une confiance et une précision extrême, je suis arrivé sans tâtonnement sur les orifices.

» Dans ce fait, que je prendrai seul entre tant d'autres, on verra une preuve suffisante de l'utilité des connaissances morphologiques basées sur la fixité de quelques connexions, et de la ressemblance de l'Arrosoir avec les autres Lamellibranches.

» Les rapports du tube digestif et des muscles adducteurs des valves de coquille offrent un intérêt tout particulier. Dans un précédent Mémoire, j'ai démontré qu'en avant, dans la concavité de la courbe qui résume schématiquement la marche du tube digestif, il n'y a et ne peut y avoir qu'un seul muscle adducteur des valves, le muscle inférieur.

» Dans l'Arrosoir, il n'y a point de muscle en avant de l'intestin; donc on est forcé d'admettre que le muscle adducteur inférieur est avorté, et ce devait être. Le tube calcaire n'est point la vraie coquille, c'est une enveloppe adventice, nouvelle, anormale, analogue à celle que le Taret sécrète et abandonne dans les galeries, mais qui reste ici soudée à la petite coquille pour protéger le corps de l'animal. S'il eût existé, le muscle adducteur inférieur aurait dû, passant en sautoir au devant de l'intestin, aller d'une valve à l'autre. C'est ce qu'on ne voit pas, c'est ce qui ne pouvait être. Sa disparition conduit à un rapport nouveau, qui, loin d'infirmer la loi des connexions, la confirme encore mieux. Les ganglions branchiaux, séparés ordinairement du rectum, sont ici accolés à la face antérieure de cette partie du tube digestif; c'est une conséquence forcée de la disparition des fibres musculaires.

» On doit donc considérer les fibres postérieures aux organes de la digestion qui unissent le corps à l'enveloppe calcaire, dans le voisinage des petites valves, comme représentant le muscle supérieur, profondément modifié par suite de l'arrêt de développement de la véritable coquille et de son immobilité.

» Le manteau n'adhère point au tube; il est, pour ainsi dire, libre, car ce corps n'est fixé qu'en haut et en arrière, dans une étendue relativement peu considérable. Il est recouvert d'une pellicule cuticulaire jaune-brunâtre, analogue à celle des Myes, des Lutraires, etc. Ses deux lobes sont entièrement soudés sur la ligne médiane, et on ne trouve que les deux petites boutonnières comme preuve de la séparation primitive de ses deux moitiés.

» Ces recherches, quoique faites sur des animaux conservés dans l'acool, ont conduit à une observation fort intéressante. Les injections poussées dans le péricarde, avec toutes les précautions possibles, et pour ainsi dire sans effort et sans force, pour reconnaître la communication avec le corps de Bojanus, ont pénétré toujours avec la plus grande facilité dans le réseau veineux de la partie postérieure de la masse viscérale, et prouvé sur un type bien éloigné, bien différent, ce que M. Langer avait démontré pour l'Anodonte, la communication de l'appareil de la circulation avec l'extérieur, par l'intermédiaire du péricarde et du sac de Bojanus.

» Des faits qui précèdent, il résulte que l'Arrosoir n'a de particulier que sa forme spéciale, due à la production d'un tube, vraie coquille adventice, et que morphologiquement il faut le considérer comme un Lamellibranche parfaitement symétrique.

» Les recherches relatives au travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie ont été faites en 1867, lorsque, dans mon cours du Muséum, j'exposais les principes généraux de la morphologie des Mollusques; la rareté des Arrosoirs bien conservés me faisait un devoir de ne soumettre à la dissection qu'un très-petit nombre des individus des doubles de la collection confiée à mes soins, en qualité de professeur administrateur. Aussi n'indiquerai-je relativement à l'embryogénie (car il m'eût fallu ouvrir un plus grand nombre d'échantillons pour avoir plus d'embryons) qu'un seul renseignement : l'Arrosoir conserve ses petits dans son manteau, comme l'Huître, le Taret et quelques autres espèces. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le genre* Asterostoma, *de la famille des Échinocorydées.* Note de **M. G. Cotteau**, présentée par M. de Verneuil.

« Parmi les fossiles très-intéressants, provenant de l'île de Cuba, envoyés à Paris, à l'Exposition universelle de 1867, par MM. Fernandez de Castro et Jimeno Francisco, de Matanzas, se trouvaient deux espèces d'Échinides du genre *Asterostoma*, Agassiz. Ces Échinides, très-remarquables par leur taille et l'ensemble de leurs caractères, grâce à l'obligeance de M. Jimeno, auquel ils appartenaient, font aujourd'hui partie de ma collection, et j'ai pu, en les étudiant à loisir, compléter la diagnose du genre et fixer la place que ce type curieux doit occuper dans la série.

» Avant l'Exposition universelle de 1867, un seul échantillon d'*Asterostoma*, de la collection Lamarck, et classé dans la galerie zoologique du Muséum, était connu. En 1847, MM. Agassiz et Desor, dans le *Catalogue raisonné des Échinides*, avaient fait de cet exemplaire unique le type du genre *Asterostoma*, et donné à l'espèce le nom d'*excentricum*. Tout en reconnaissant que ce genre se rapproche des *Echinocorys* (*Ananchytes*, Lamarck), et que l'aire ambulacraire antérieure est formée de pores plus petits que les aires ambulacraires paires, MM. Agassiz et Desor placent le genre *Asterostoma* à la fin de la famille des Cassidulidées, non loin des *Conoclypeus*. En 1855, d'Orbigny décrivit le genre *Asterostoma* et la seule espèce qu'il renfermait alors. Se fondant sur ce que l'aire ambulacraire antérieure différait des autres, non-seulement par sa forme, mais aussi par la structure de ses pores, et considérant avec raison ce caractère organique comme très-important, l'auteur de la *Paléontologie française* crut devoir reporter ce genre parmi les Spatangidées, chez lesquels, comme on le sait, l'aire ambulacraire antérieure n'est jamais semblable aux autres.

» Quelques années plus tard, M. Desor, dans le *Synopsis des Échinides fossiles*, eut de nouveau à s'occuper des *Asterostoma*. L'éminent naturaliste discute et combat l'opinion de d'Orbigny : la position du péristome qui est presque central dans l'*Ast. excentricum*, les sillons très-prononcés qui l'entourent et dont aucune trace n'existe chez les véritables Spatangoïdes, la structure de l'appareil apical qui, d'après l'empreinte laissée au sommet des aires ambulacraires, paraissait affecter une forme allongée, engagent M. Desor à éloigner le genre *Asterostoma* des Spatangidées, et il lui semble beaucoup plus naturel de le réunir aux Galéritidées, près des *Desorella* et du *Pachyclypeus*, qui, eux aussi, dit-il, joignent, à un péristome central et anguleux, un appareil apical allongé.

» Les deux nouvelles espèces d'*Asterostoma* que je viens d'étudier, la belle conservation de quelques-uns de leurs organes essentiels, des aires ambulacraires paires et antérieures, du péristome, de l'appareil apical, etc., en me permettant de compléter la diagnose du genre, ne me laissent aucun doute sur la place qui lui revient, et je n'hésite pas à le ranger dans la famille des Échinocorydées, entre les *Stenonia* et les *Holaster*. Ce caractère important, sur lequel d'Orbigny avait insisté, c'est-à-dire la différence de structure entre l'aire ambulacraire antérieure et les autres aires est plus apparente encore et plus prononcée dans nos deux nouvelles espèces. Ce ne sont pas seulement les pores ambulacraires qui sont plus petits et autrement disposés dans l'aire ambulacraire antérieure, les plaques porifères elles-mêmes sont plus hautes et par conséquent beaucoup moins nombreuses, et cette différence nettement tranchée donne à la face supérieure une physionomie qui n'est certainement pas celle des Échinobrissidées et des Échinoconidées. M. Desor, pour appuyer son opinion, invoquait surtout la position presque centrale du péristome et les sillons profonds qui viennent y converger. Chez les nouveaux *Asterostoma* de Cuba, le péristome est beaucoup plus excentrique en avant, les sillons ambulacraires qui l'entourent, bien qu'ils existent encore, sont moins apparents et se prolongent moins loin, et la face inférieure, dans son aspect général, présente beaucoup de ressemblance avec celle des *Holaster* et des *Echinocorys*. L'appareil apical est parfaitement conservé dans une de nos espèces (*A. Cubensis*) : il n'est pas allongé, comme le présumait M. Desor, mais compacte et subcirculaire.

» En résumé, le genre *Asterostoma*, par l'ensemble de ses caractères, aire ambulacraire antérieure différente des autres, aires ambulacraires paires sub-pétaloïdes, péristome transverse et le plus souvent très-excentrique en

avant, périprocte arrondi, situé à la face postérieure, au-dessus de l'ambitus, se range dans la famille des Echinocorydées : son appareil apical compacte, et muni en arrière d'une plaque complémentaire anguleuse qui pénètre au centre de l'appareil, semble le rapprocher des véritables Spatangidées ; mais il ne faut pas oublier que si les *Echinocorys*, les *Holaster* et les *Cardiaster* ont un appareil apical allongé, il existe aussi, parmi les Échinocorydées, le genre *Stenonia*, Desor, qui pour être très-voisin des *Echinocorys*, n'en a pas moins un appareil apical compacte et sub-circulaire.

» Le genre *Asterostoma* renferme trois espèces, qui tout en ayant entre elles de nombreux points de ressemblance, sont cependant parfaitement distinctes (1) :

» ASTEROSTOMA *excentricum*, Agassiz.
» *Jimenoi*, Cotteau.
» *Cubensis*, Cotteau.

» Le gisement des *Asterostoma* ne nous est pas connu d'une manière positive : l'échantillon du Muséum de Paris ne porte aucune indication de localités ; il est pénétré d'un calcaire dur, compacte, grisâtre, qui annonce, suivant d'Orbigny, un terrain plus ancien que le terrain tertiaire, et pourrait être crétacé. Les exemplaires recueillis à Cuba par M. Jimeno proviennent également d'une roche dure et grisâtre, mais ce caractère pétrographique ne suffit certainement pas pour les rapporter à la formation crétacée. Les caractères zoologiques fournissent des arguments plus concluants : la famille des Echinocorydées, dans laquelle j'ai rangé les *Asterostoma*, ne renferme jusqu'ici que des genres exclusivement crétacés, et, d'un autre côté, le genre *Asterostoma*, considéré en lui-même, s'éloigne par l'ensemble de ses caractères de tous les types tertiaires ou vivants que nous connaissons ; il pourrait donc bien appartenir à la formation crétacée ; mais ce ne sont là que des présomptions, et pour se prononcer avec plus de certitude, il est nécessaire d'attendre les renseignements stratigraphiques que j'ai demandés à M. Jimeno. »

---

(1) COTTEAU, *Notice sur le genre Asterostoma*, avec planches [*Mémoire de la Société géologique de France*, 2e série, t. IX (sous presse)].

GÉOLOGIE. — *Sur l'état actuel du volcan de Santorin; par* M. GORCEIX. Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dès que la température me l'a permis, je me suis mis à même de faire quelques excursions dans le Péloponèse et les îles de l'Archipel.

» A l'isthme de Corinthe, j'ai commencé un travail de géologie sur les terrains qui la constituent; j'espère pouvoir bientôt en donner une coupe, surtout s'il m'est possible de faire les quelques sondages qui doivent précéder les travaux de percement.

» A l'est de l'isthme, au contact des dépôts pliocènes et des calcaires, secondaires, se trouve une très-belle éruption de serpentine.

» Dans le ravin de Susaki, au milieu de la serpentine, on rencontre une soufrière, dont l'exploitation a été arrêtée par des émanations considérables d'acide carbonique qui ont envahi les travaux. Dans une grotte analogue à la grotte du Chien, la température de la partie où j'ai pu pénétrer s'élevait à 40 degrés. Le gaz, composé d'acide carbonique, avec trace d'hydrogène sulfuré, ne renfermait pas de gaz combustible, au mois de septembre où je l'ai analysé.

» J'ai visité ensuite Méthana, Égine, Syros, Andros, Tinos et Milo; partout, j'ai pu observer des phénomènes de métamorphisme; j'ai recueilli de nombreux échantillons, et je me propose d'étudier avec détail les roches si curieuses qui composent ces îles.

» A Milo, j'ai visité avec soin toutes les émanations gazeuses; à mon arrivée à Athènes, je ferai les analyses complètes de ces gaz. Pas plus dans les soufrières que dans les dégagements d'acide carbonique qui s'effectuent sur les bords de la mer, je n'ai trouvé d'hydrogène carboné.

» Depuis quinze jours, je suis à Santorin, et, bien que les travaux et les recherches de M. Fouqué sur cette île et son volcan enlèvent toute importance aux observatious que j'ai pu faire, je me permets pourtant de vous les adresser.

» L'activité du volcan, bien qu'allant toujours en décroissant, n'en est pas moins encore assez grande pour donner lieu à de fréquentes éruptions. Ces éruptions se succèdent quelquefois d'une manière continue, d'autres fois c'est à peine s'il s'en produit deux ou trois par heure.

» Elles s'annoncent par un grondement sourd, analogue au roulement d'un train de chemin de fer; le bruit devient plus aigu, une colonne de vapeur blanche s'échappe du cône, puis la vapeur est remplacée par une fumée noirâtre, avec projection d'une grande quantité de débris de ponce.

Au milieu de ces débris de ponce sont projetées quelques pierres assez volumineuses, et, dans plusieurs de mes ascensions au sommet du cône, c'est avec peine que je les ai évitées. La vapeur d'eau est accompagnée d'une faible quantité d'acide sulfureux, au moins autant que j'ai pu en juger lorsque, surpris par une éruption, j'ai été enveloppé par cette vapeur.

» Pendant le jour on n'aperçoit aucune flamme; mais, la nuit, au sommet du cône, se montre une légère lueur; au moment d'une éruption, quelques flammes paraissent encore s'échapper du cratère, et les pierres qui le recouvrent deviennent incandescentes.

» Toutes les îles qui s'étaient montrées, au début de l'éruption, autour du cratère, sont maintenant réunies à la Néa-Kaméni, produite par l'éruption de 1707.

» Le cône actuel s'élève à une hauteur de 123 mètres au-dessus du niveau de la mer; d'après le calcul approximatif que j'ai fait ici, sa pente est assez douce du côté sud-est, et, lorsqu'on a franchi les falaises de lave qui bordent l'île, on arrive sur un champ assez large couvert de cendres, où la température s'élève presque partout à 100 degrés à une profondeur de quelques centimètres; de là il est facile d'arriver jusqu'au sommet du cône. Ce sommet est recouvert par un amas de pierres blanchâtres à l'extérieur, qui forment une espèce de dôme au-dessus du cône, dôme dont la hauteur augmente chaque jour. C'est à travers ces pierres que passent en sifflant la vapeur et les cendres, s'échappant d'ouvertures situées surtout sur la partie sud-est. Je serais très-heureux de voir disparaître ces pierres, soit par effondrement, soit par projection: il me serait possible d'examiner le cratère. C'est à peine si l'on voit quelques fumées sur les parois du cône, de rares fumerolles se montrent çà et là sur la lave. Toutes sont aqueuses, renferment de l'acide carbonique avec des petites quantités d'acides sulfureux et chlorhydrique; ces gaz, qui, à mon ascension au Vésuve, en rendaient l'examen assez incommode, sont ici à peine sensibles à l'odorat.

» L'activité du volcan n'a pas cessé de se faire sentir tout autour du cratère; la pointe sud-est de l'île continue à s'avancer, la température de la mer en ce point est trop élevée pour permettre aux barques d'y arriver.

» Le fond de la mer, à l'est, se soulève, et la partie située à quelque distance où les navires pouvaient jeter l'ancre devient de plus en plus considérable, et forme un mouillage assez étendu. Dans le canal qui sépare Néa-Kaméni de Micra-Kaméni, le sol paraît au contraire s'abaisser : j'ai pu y passer facilement en barque.

» Autour des maisons qui avaient été construites en ce point, et qui sont maintenant en partie inondées, se trouvent deux sources d'eau chaude ferrugineuse, accompagnées de dégagement gazeux. La composition des gaz ne m'a pas paru varier dans les divers essais que j'ai faits à plusieurs jours d'intervalle. La température d'un des dégagements est de 21 degrés; la composition du gaz est :

Acide carbonique	86,1
Oxygène	0,8
Résidu non combustible	13,1

Deuxième source, température = 50 degrés.

Acide carbonique	89,7
Oxygène	0,9
Résidu non combustible	10,4

» Au sud, dans une anse connue sous le nom de *Port Saint-Georges*, se trouvent des sources d'eau chaude légèrement sulfurées. Des quantités considérables d'acide carbonique s'en échappent de tous côtés. Ce dernier dégagement gazeux n'existait pas, je crois, lors du voyage de M. Fouqué à Santorin.

» Dès que j'aurai pu faire à Athènes les analyses de tous les gaz que j'ai recueillis, je me permettrai de vous en envoyer le résultat. »

ZOOLOGIE HISTORIQUE. — *Note sur l'âne et le cheval dans les antiquités des peuples Aryens; par* M. Fr. Lenormant.

« Après avoir entretenu deux fois l'Académie du même sujet, je crains de fatiguer sa bienveillante attention en y revenant une troisième fois. Ces questions relatives à l'origine et à l'histoire des animaux domestiques ont pourtant une réelle importance, et la science des antiquités peut y fournir à la zoologie des renseignements précis, qu'elle a trop souvent négligé de donner. Telles sont les considérations qui m'engagent à revenir encore dans une dernière Note sur l'histoire de l'âne et du cheval, pour suivre ces deux espèces, non plus en Égypte et chez les nations sémitiques de l'Asie antérieure, mais dans les antiquités des peuples Aryens.

» Ici nous n'avons plus pour nous guider de représentations monumentales ni d'inscriptions ou de textes formels. Notre seul moyen d'investigation consiste dans les procédés de la philologie comparative. Les âges primitifs des populations aryennes n'ont pas laissé d'autres monuments que les mots de la langue; mais la science moderne, partant de l'étude de

ces mots conduite d'après des méthodes d'une admirable certitude, reconstitue en grande partie le tableau de l'état social où étaient parvenues avant leur dispersion les tribus dont descendent à la fois les populations européennes, les Persans et les Indiens. C'est là ce que M. Pictet, de Genève, a nommé, par une expression très-heureuse, la « paléontologie linguistique ». Le point de départ des recherches de cet ordre a été la remarque ingénieuse et certaine que les mots qui se retrouvent à la fois dans le sanscrit, langue sacrée de l'Inde, dans le zend, antique idiome des Iramiens, et dans les langues de l'Europe, sans avoir sensiblement changé de forme et de signification, donnent la mesure du degré de civilisation qu'avaient atteint les diverses tribus des Aryas occidentaux et orientaux, lorsqu'elles vivaient encore côte à côte dans la Bactriane et qu'elles n'avaient pas quitté leur patrie commune pour se diriger vers les différents pays qu'elles habitèrent plus tard. Par contre, toutes les choses que des mots différents désignent dans les diverses langues de la famille aryenne, doivent être considérées comme n'ayant été connues par les peuples sortis de cette souche commune qu'après leur séparation et leur dispersion, par suite du contact avec d'autres races, et n'ayant pas fait partie du premier fonds de civilisation propre aux Aryas.

» Appliquons ces principes et ces procédés de la paléontologie linguistique à l'histoire de l'âne et du cheval.

» Nous reconnaîtrons tout d'abord que le cheval est une des espèces domestiques que les Aryas possédèrent le plus anciennement et que l'usage en était général parmi leurs tribus avant qu'elles se fussent divisées pour se répandre les unes dans l'Europe, les autres dans la Perse et dans l'Inde. Le nom du cheval est en effet le même dans tous les idiomes aryens. C'est le sanscrit *açva*, le zend *açpa*, le persan *asp*, l'arménien *asb*, le lithuanien *aszwà*, le latin *equus*, le grec ἵππος, dérivé d'un primitif ἴκϝος et ἴκκος, qui ne s'était conservé que chez les Éoliens, le gaulois *epos*, le gothique *aihvus*, l'ancien allemand *ehu*. Ce nom signifiait originairement « l'animal rapide ». Au reste, le cheval était exclusivement chez les Aryas primitifs un animal de trait, qu'on attelait à des chars. Dans les Vêdas l'équitation est encore inconnue; chez les populations helléniques, l'origine de cet art est placée en Thessalie, et la fable des centaures s'y rapporte.

» Pour ce qui est de l'âne, au contraire, il n'était ni connu ni employé des Aryas avant leur séparation et dans leur patrie primitive, car il n'a pas de nom commun chez les peuples divers qui en descendent. Ses noms san-

scrits sont pour la plupart purement indiens; un seul se trouve aussi dans les langues iraniennes. Mais ce nom, *khara*, comme l'a montré M. Pictet, n'est pas d'origine aryenne; il est directement emprunté à la source sémitique, hébreu *ᶜair*, arabe *ᶜayr*. Il révèle donc la voie par laquelle les Iraniens d'abord, puis les Indiens, reçurent l'âne domestique.

» Dans les langues celtiques, germaniques et slaves, les noms de l'âne, suivant l'ingénieuse remarque de Diefenbach, appartiennent tous à deux types qui sont manifestement dérivés des deux formes latines *asinus* et *asellus* :

» 1° Dérivés d'*asinus* : cymrique, *asyn;* cornique, *asen;* armoricain, *azen;* anglo-saxon, *assene;* scandinave, *asni;* danois, *asen;*

» 2° Dérivés d'*asellus :* gothique, *asilus;* anglo-saxon, *asal, esol;* ancien allemand, *esil;* slavon, *osilu;* russe, *oseli;* polonais, *osiel;* illyrien, *osal;* lithuanien, *asilas;* irlandais-erse, *asail, asal.*

» Le nom grec du même animal a été l'objet d'études spéciales de la part de M. Benfey. Cet éminent philologue a prouvé qu'il avait passé par trois formes successives, *ὄτνος*, *ὄσνος* et *ὄνος*. De la seconde dérive le latin *asinus*. Quant à la forme primitive, *ὄτνος*, M. Benfey a établi qu'elle était d'origine sémitique, qu'elle sortait d'un des noms de l'âne dans cette famille de langues : l'hébreu *âtôn,* pluriel *atnôt;* l'araméen *atânâ;* l'arabe *atan*, pluriel *utn*. Ce nom dérive du radical *atana*, « marcher lentement », et s'applique parfaitement à la démarche flegmatique de l'âne.

» Les conclusions sont faciles à tirer de ces faits linguistiques.

» Le cheval a été employé par les Aryas comme animal domestique dès l'époque la plus ancienne où nous puissions remonter dans leur histoire, dès avant la séparation de leurs tribus occidentales et orientales, c'est-à-dire dans un temps où il n'avait pas encore pénétré en Égypte.

» L'âne, au contraire, était à la même époque totalement inconnu des Aryas; les diverses nations aryennes de l'Europe et de l'Asie ne l'ont reçu que séparément, beaucoup plus tard, et dans les pays où les avait conduits leur grande migration.

» Cet animal a été communiqué aux Iraniens de la Perse par les Sémites de la Mésopotamie; c'est de là qu'il a passé dans l'Inde, en conservant toujours un nom sémitique, indice certain de sa provenance.

» Chez les Grecs, l'âne a été introduit par des peuples parlant une langue sémitique, probablement les Phéniciens; il était, du reste, entièrement naturalisé chez eux au temps où furent composés les poëmes homériques (*Iliad.*, Λ, v. 558).

» C'est des Grecs que le reçurent les Latins, et à leur tour ce furent eux qui le répandirent chez tous les peuples du nord et de l'occident de l'Europe, Celtes du continent ou de la Bretagne, Germains et Scandinaves, et même Slaves. Du temps d'Aristote encore, il n'y avait d'ânes ni dans la Scythie, ni dans les pays voisins, ni même dans la Gaule (Aristote, *De gener. anim.*, II, 8).

» Ces faits révélés par la philologie se joignent à ceux que nous avons cru pouvoir tirer des représentations monumentales de l'ancienne Égypte et des textes de la Bible, pour confirmer l'opinion qui regarde le cheval et l'âne comme originaires de deux patries absolument opposées. Le cheval a été réduit à l'état domestique sur les plateaux de la haute Asie, et les migrations aryennes ont été le véhicule le plus puissant de sa diffusion dans le monde; il n'a été adopté que tard par les Sémites et n'a fait son apparition en Égypte que deux mille cinq cents ans environ avant l'ère chrétienne. L'âne est une espèce africaine, qui a dû être primitivement domestiquée sur les rives du Nil; d'Égypte elle a passé de très-bonne heure chez les Sémites, qui l'ont transmise plus tard aux tribus aryennes, d'un côté dans la Grèce et de l'autre dans la Perse. Et cet animal, dans sa diffusion qui a fini par devenir universelle, a suivi la marche précisément contraire à celle que suivait le cheval. C'est ainsi que, partis des deux points opposés, ils ont fini par se rejoindre et être partout simultanément en usage. »

M. H. de Kéricuff adresse une Note relative à la détermination de la parallaxe de Vénus en dehors des passages sur le Soleil.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 février 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne, Membre de l'Institut, 104e liv. Paris, 1870; in-4° texte et planches.

Programme du cours d'Histologie professé à la Faculté de Médecine de Paris par M. CH. ROBIN, Membre de l'Institut, 2e édition. Paris, 1870; in-8°.

Paléontologie française, ou Description des animaux invertébrés fossiles de la France. Terrain jurassique, liv. 19 : *Echinodermes; par* M. G. COTTEAU, texte, feuilles 13 et 14; atlas, planches 49 à 60. Paris, 1870; in-8° (Présenté par M. de Verneuil).

L'agriculture du nord de la France; par M. J.-A. BARRAL., t. II. Paris, 1870; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Boussingault.)

Les progrès des sciences en 1869. *Annuaire scientifique publié par* M. P.-P. DEHÉRAIN, 9e année, 1870. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

Description et culture de l'ortie de la Chine, précédées d'une Notice sur les diverses plantes qui portent ce nom, leurs usages et leur introduction en Europe; par M. RAMON DE LA SAGRA. Paris, sans date; in-12.

Projet d'acclimatation du Llama et de l'Alpaca du Pérou dans les Pyrénées françaises; par M. N. JOLY. Toulouse, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'Agriculture pratique et d'Économie rurale.*)

Mémoire sur un agneau monstrueux constituant un nouveau genre (G. Déromèle) *dans la famille des monstres doubles polyméliens; par* M. N. JOLY. Toulouse, 1868; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Toulouse.*)

Cours élémentaire de botanique appliqué à l'agriculture; par M. C. CAVE. Paris et Dijon, sans date; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Eierstock... *L'ovaire et l'œuf. Recherches pour servir à l'anatomie et l'histoire du développement de l'organe sexuel; par* M. W. WALDEYER. Leipzig, 1870; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours au prix de Physiologie expérimentale, 1870.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATUM.

(Séance du 24 janvier 1870.)

Page 145, ligne 4, *au lieu de* et diminuant la longueur, *lisez* et diminuant la largeur.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Bertrand** fait hommage à l'Académie du second volume de son « Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral ».

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une détermination rationnelle, par approximation, de la poussée qu'exercent des terres dépourvues de cohésion, contre un mur ayant une inclinaison quelconque; par* M. **de Saint-Venant** [deuxième Partie (*)].

« 6. Maintenant que fera-t-on, faute de pouvoir intégrer l'équation différentielle en ψ, lorsque, le talus supérieur ω étant donné, l'inclinaison ε_1 aussi donnée, de la face du mur, ne sera pas égale à ε tiré de (13), c'est-à-dire lorsque les angles ω et ε_1 n'auront pas entre eux la relation nécessaire pour que les expressions (10) satisfassent exactement à la condition qui fixe l'inclinaison de la pression du massif sur la face du mur dans l'état d'équilibre-limite?

» Faudra-t-il, pour obtenir toujours une approximation, revenir à la théorie de 1773, bien qu'on sache qu'alors les surfaces de glissement, ou de tendance à rupture, ne sont pas planes comme Coulomb le supposait faute de mieux?

(*) Voir *Comptes rendus*, 7 février, t. LXX, p. 229.

» L'étude de la théorie nouvelle m'a convaincu qu'elle offrait pour cela un expédient plus facile et plus sûr.

» Il consiste à se servir des expressions (10) de N_1, N_2, T et de celles (11) de $\mathcal{N}$, ϖ qu'on en déduit par substitution, comme si elles étaient exactes quel que soit l'angle ε_1 du mur qui soutient le massif.

» Cela, en effet, revient simplement à supposer que l'angle du frottement sur la face du mur, au lieu d'être φ, *est l'angle toujours moindre* $\varphi_1 = \text{arc tang}\,\frac{\varpi}{\mathcal{N}}$ qui résulte de ces expressions (11) de $\mathcal{N}$, ϖ.

» Or (ainsi qu'il a été observé au Rapport), le frottement des terres contre les murs les rend plus stables et diminue leur chance d'être renversés ou poussés en avant. En supposant ce frottement, non pas nul, sans doute (comme font encore quelques ingénieurs par une prudence exagérée), mais *moindre qu'il n'est effectivement*, cela conduira simplement à adopter, pour les murs, des dimensions un peu plus fortes qu'il n'est nécessaire. L'emploi que je propose ici des valeurs (11) de T et N, comme approximation dans les cas où la solution rigoureuse ne peut être obtenue, est donc favorable à la stabilité et à la sécurité.

» Rien ne prouve qu'il en soit de même des formules déduites de la théorie de Coulomb : on n'a aucune raison de conjecturer qu'elles donnent des résultats au-dessus plutôt qu'au-dessous de la réalité. Elles sont donc moins sûres.

» Or, M. Levy, à qui j'ai parlé de ce moyen de tirer de sa théorie un parti plus étendu, a aussitôt cherché à simplifier et à rendre calculables par logarithmes les expressions (13) de T et N. Il y est heureusement parvenu, et m'a communiqué les résultats suivants, non mentionnés à son Mémoire :

$$
(15)\quad
\left\{
\begin{aligned}
&\sin(2\alpha+\omega) = \frac{\sin\omega}{\sin\varphi}\ \text{(pour calculer un angle auxiliaire } \alpha\text{)},\\
&\text{tang}(\varphi_1+\varepsilon_1+\alpha) = \frac{\text{tang}(\varepsilon_1+\alpha)}{\text{tang}^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)}\ \text{(pour déterminer l'angle } \varphi_1\text{)},\\
&\varpi = \frac{\Pi p \sin\varphi}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)}\,\frac{\cos\alpha\sin(2\alpha+2\varepsilon_1)}{\cos(\alpha+\omega)},\\
&\mathcal{N} = \frac{\varpi}{\text{tang}\,\varphi_1}.
\end{aligned}
\right.
$$

C'est de ces formules (où α représente l'angle fait avec l'horizon par l'une des deux directions rectangulaires de *pressions principales*, nor-

males aux faces pressées), qui se réduisent à ce que donne (14) quand $\varepsilon_1 = \varepsilon = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} - \alpha$, que l'on pourra tirer la valeur [quand elle ne sera pas exacte ou conforme à (14)] au moins approximative des poussées exercées sur un mur d'inclinaison quelconque ε_1 avec la verticale, par un massif de terre s'élevant derrière le haut du mur sous un angle ω fait avec l'horizon. Elles sont plus simples, en même temps que plus sûres, disons-nous, que celles qui résultent de la théorie de Coulomb (*).

» 7. On peut se demander, en partant des formules (10) et (11) regardées comme donnant une première approximation, s'il y a possibilité de s'élever analytiquement à une approximation plus grande.

» Égalons, pour cela, N_1, N_2, T à leurs expressions (10) augmentées respectivement de trois inconnues nouvelles, n_1, n_2, t supposées assez petites pour qu'on puisse négliger leurs carrés et produits, et remplaçons-les, après substitution dans (1), (2), (3), par les trois dérivées secondes

$$\frac{d^2\psi'}{dy^2},\quad \frac{d^2\psi'}{dx^2},\quad -\frac{d^2\psi'}{dx\,dy},$$

multipliées par Π, d'une inconnue auxiliaire unique ψ'. Les deux premières équations seront satisfaites, et la troisième se changera en une équation aux dérivées partielles du second ordre *linéaire*, dont l'intégrale générale est facile à poser, soit sous forme finie, soit en série transcendante transformable en intégrale double prise de zéro à l'infini comme dans la formule de Fourier. Mais les fonctions arbitraires, ou les coefficients et paramètres, seraient à déterminer de manière à satisfaire aux conditions définies

(*) Celle-ci fournit, par une analyse compliquée dont M. l'ingénieur en chef Saint-Guilhelm est parvenu à dégager la valeur de la poussée résultante $\mathfrak{R}$, φ' étant l'angle quelconque du frottement contre la maçonnerie :

$$(16)\qquad \frac{\mathfrak{N}}{\cos\varphi'} = \frac{\pm\mathfrak{T}}{\sin\varphi'} = \Pi L\,\frac{\cos^2(\omega-\varepsilon_1)\cos(\varphi'+\varepsilon_1)}{\cos^2(\varphi+\varphi'+\varepsilon_1-\omega)}\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\varphi+\varphi')\sin(\varphi-\omega)}{\cos(\omega-\varepsilon_1)\cos(\varphi'+\varepsilon_1)}}\right]^2;$$

et si l'on veut avoir la valeur de l'angle V déterminant l'inclinaison, sur la verticale, de la ligne de rupture ou de glissement, ce qui est utile quand la forme du profil est un peu différente de celle que la formule (16) suppose, il faut la tirer de l'expression suivante, où le radical est le même que dans celle-ci :

$$(17)\qquad \cot(V+\varphi) = -\frac{(1+\sqrt{\quad})\cot(\varphi+\varepsilon_1)}{1+\cot(\varphi+\varepsilon_1)\cot(\varphi+\omega)\sqrt{\quad}}.$$

L'expression (16) donne, pour la composante normale $\mathfrak{N}$ qui tend au renversement,

(5) et (6) relatives aux deux parties, de longueur infinie en un seul sens, MN, MQ du contour discontinu du massif; ou bien (conformément à l'observation de la fin du n° 5) aux conditions (6) à la surface MQ réduite à une longueur limitée, et à deux conditions telles que (5) relatives l'une au mur se terminant en N, l'autre à un plan de terre NQ fermant le triangle de base du massif ébouleux.

---

des valeurs un peu plus faibles, et, pour la composante $\mathfrak{T}$ qui tend à la stabilité, des valeurs sensiblement plus fortes que les formules (15) de la théorie nouvelle, comme on peut le voir par le tableau suivant, qui suppose $\varphi' = \varphi = 45$ degrés.

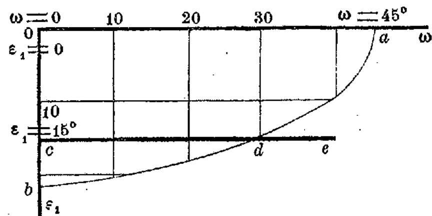
		Pour $\omega =$	0°	10°	20°	30°	40°	$45° = \varphi$
Pour $\varepsilon_1 = 0°$		$\varphi_1 =$	0	10	20	30	40	45
	$\frac{\mathfrak{N}}{\Pi L} =$	Levy......	0,1716	0,1738	0,1818	0,2010	0,2608	0,5000
		Coulomb...	0,1361	0,1374	0,1547	0,1836	0,2547	0,5000
	$\frac{\mathfrak{T}}{\Pi L} =$	Levy......	0	0,0306	0,0662	0,1160	0,2188	0,5000
		Coulomb...	0,1361	0,1374	0,1547	0,1836	0,2547	0,5000
Pour $\varepsilon_1 = 10°$		$\varphi_1 =$	35°46′58″	39°14′24″	41°54′20″	43°56′48″	44°59′56″	42°25′37″
	$\frac{\mathfrak{N}}{\Pi L} =$	Levy......	0,1936	0,2126	0,2408	0,2894	0,4109	0,8123
		Coulomb...	0,1832	0,2068	0,2378	0,2886	0,4109	0,8272
	$\frac{\mathfrak{T}}{\Pi L} =$	Levy......	0,1395	0,1736	0,2161	0,2790	0,3833	0,7424
		Coulomb...	0,1832	0,2068	0,2378	0,2886	0,4109	0,8272
Pour $\varepsilon_1 = 15°$		$\varphi_1 =$	42°22′4″	43°45′19″	44°38′25″	45° 0′ 0″	44°12′23″	39°53′46″
	$\frac{\mathfrak{N}}{\Pi L} =$	Levy......	0,2193	0,2477	0,2876	0,3536	0,5111	1,0006
		Coulomb...	0,2172	0,2468	0,2874	0,3536	0,5125	1,0607
	$\frac{\mathfrak{T}}{\Pi L} =$	Levy......	0,1395	0,2371	0,2840	0,3536	0,4972	0,8365
		Coulomb...	0,2172	0,2468	0,2874	0,3536	0,5125	1,0607
Pour $\varepsilon_1 = 20°$,		$\varphi_1 =$	44°45′40″	44°59′40″	44°52′27″	44°15′30″	42°20′36″	36°53′41″

Ce tableau comparatif ne donne les poussées que pour $\varepsilon_1 = 0$, $\varepsilon_1 = 10$ degrés et $\varepsilon_1 = 15$ degrés. Mais on voit, par les valeurs de l'angle $\varphi_1 = \text{arc tang}\,\frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{N}}$ qui sont relatées, que quand ε_1 atteint 20 degrés, cet angle φ_1 du frottement fictif de la terre contre la maçonnerie, pour des talus ω de 0 à 40 degrés, se rapproche tellement de l'angle du frottement réel, supposé ici 45 degrés, qu'il est inutile alors de comparer les résultats de la formule Coulomb et de la formule Levy pour achever de se convaincre que celle-ci donne une suffisante approximation avec une sécurité plus grande.

» 8. Une pareille détermination nous mènerait trop loin pour aujourd'hui, et paraît d'ailleurs affectée de difficultés d'un genre nouveau.

» Aussi, en me bornant à exprimer le vœu que quelqu'un l'entreprenne, ou fasse dans le même but quelque tentative meilleure, je terminerai par une remarque propre à donner quelque idée du degré d'approximation que les formules pratiques (15), établies par M. Levy à ma demande, sont susceptibles de donner.

» Imaginons que l'on construise deux surfaces ayant des abscisses horizontales proportionnelles aux angles ω du talus supérieur des terres et aux angles ε d'inclinaison de la face du mur destiné à les soutenir (ces abscisses étant portées sur deux axes rectangulaires horizontaux $O\omega$, $O\varepsilon$); et des ordonnées verticales $\mathfrak{N}$ qui soient : 1° pour l'une des surfaces, ce que fournirait une détermination exacte des poussées normales inconnues, qui s'exercent par unité superficielle sur un élément déterminé de cette face de mur; 2° pour l'autre surface, les valeurs plus ou moins approchées que donnent de ces mêmes poussées normales $\mathfrak{N}$ les formules (15).



» Ces deux surfaces de poussées normales vraies et approchées se couperont ou se toucheront suivant une courbe à double courbure ayant pour projection, sur le plan $\omega O \varepsilon_1$ des abscisses, la courbe plane *adb*, dont l'équation en ω et ε_1 est (13), ou pour $\varphi = 45°$,

$$\cos(2\varepsilon_1 - \omega + 45) = \frac{\sin\omega}{\sin 45}:$$

car lorsque les angles ω et ε_1 ont entre eux cette relation, nous avons vu que les solutions données par les formules (15) étaient exactes.

» La même chose serait dite de deux surfaces dont les ordonnées verticales seraient les $\mathfrak{T}$ au lieu des $\mathfrak{N}$.

» Or, la ligne *cde* représente, sur la même figure, jusqu'à un talus ω tenu un peu au-dessous de sa limite, l'ensemble des projections horizontales des points de ces surfaces qui repondent à $\varepsilon_1 = 15°$, c'est-à-dire à un *fruit :*

$$\tang\varepsilon_1 = 0,2679,$$

ou d'environ le quart de la hauteur, qui est celui que l'on donne le plus ordinairement à la face postérieure des murs de soutènement (généralement

par gradins avec terre comblant leurs redans). Le peu d'éloignement où sont les points de cette droite *cde* de ceux de la courbe *adb* montre que les formules (15) donneront habituellement des résultats $\mathfrak{N}$ ou $\mathfrak{E}$ suffisamment approchés des résultats exacts.

» Le plus grand écart, ou la plus grande différence, entre les ordonnées, soit $\mathfrak{N}$, soit $\mathfrak{E}$, des deux surfaces, aura lieu pour les points qui se projettent sur l'origine O, c'est-à-dire pour les valeurs

$$\omega = 0, \quad \varepsilon_1 = 0,$$

relatives à un terre-plein horizontal et à une face de mur verticale. Or l'adoption, dans ce cas extrême, des formules (15), revient à supposer (comme l'a fait Prony, qui a considéré ce seul cas) que le mur est lisse ou sans frottement. L'erreur est favorable à la stabilité. Elle est d'ailleurs moindre, quand ε_1 n'est point nul, que celle de la formule de Français, qui négligeait encore alors le frottement sur la face du mur, tandis que nous attribuons à son coefficient la valeur que fournit pour $\tang \varphi_1$ la deuxième expression (15), valeur qui, comme on voit par le tableau ci-dessus, se *rapproche beaucoup de sa vraie valeur*, supposée $= \tang 45° = 1$ pour peu que ε_1 s'élève à 10 degrés, et y est sensiblement égale de $\omega = 0$ à $\omega = 40°$ quand $\varepsilon_1 = 15$ degrés.

» Les formules (15) de poussée contre un mur soutenant une terre en talus, plus faciles à calculer et surtout offrant une sécurité plus grande que celles (16) qui résultent de la théorie de Coulomb, me paraissent donc mériter la préférence dans les cas où il n'y a pas, entre les inclinaisons ω et ε_1 du terre-plein et du mur, la relation (11) ou (13) qui rend tout à fait exacts les résultats fournis par les deux théories alors concordantes. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à quelques Communications récentes, concernant l'action du magnétisme sur les gaz raréfiés.* Extrait d'une Lettre de **M. A. de la Rive** à M. Jamin.

« ... J'ai lu avec beaucoup d'intérêt la Communication que vous avez faite à l'Académie, dans sa séance du 3 janvier, d'un travail de M. Trève relatif à l'action du magnétisme sur les gaz. Vous savez que je me suis occupé du même sujet, et qu'en particulier j'avais, comme M. Trève, signalé l'action de l'aimant sur les auréoles qui se manifestent autour des électrodes, dans les gaz très-raréfiés traversés par des décharges électriques. Je ne m'étais pas occupé de l'étude des modifications dans les apparences lumineuses et en particulier dans le spectre que détermine l'action du

magnétisme. Mais je suis convaincu, d'après mes recherches, qu'il faut chercher la principale cause de cet effet dans l'augmentation de densité que produit dans la matière gazeuse l'influence de l'aimant sur les courants électriques transmis par cette matière, et que ce n'est point l'effet d'une action directe sur le gaz lui-même.

» Au reste, j'avais montré, dans un Mémoire communiqué à l'Académie en 1863, et dont un extrait a paru dans les *Comptes rendus*, t. LVI, p. 669, que le magnétisme, en agissant sur les courants transmis à travers les gaz raréfiés, contracte la colonne lumineuse et rend ainsi lumineuse la partie obscure du jet qui est voisine de l'électrode négative, effet qui doit être accompagné d'une augmentation de résistance. J'ai pu en effet constater et mesurer cette augmentation de résistance, qui est très-considérable, sur l'air, sur l'azote et sur l'hydrogène. Tous les détails de mes expériences, ainsi que les résultats numériques se trouvent consignés dans mon Mémoire qui a paru *in extenso* en 1863 dans le tome XVII (1re Partie) des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, p. 86, et dans les *Archives des Sciences physiques*.

» Je regrette que M. Daniel n'en ait pas eu connaissance, quand il s'est occupé du même sujet, en faisant le travail dont il a été donné communication à l'Académie, dans sa séance du 31 janvier. Il aurait vu que j'avais déjà annoncé le principe qu'il a déduit de ses recherches, savoir : que le *magnétisme augmente la résistance du conducteur gazeux que renferme le tube*. Du reste, je continue à m'occuper de cette question, et j'espère faire connaître incessamment les résultats que j'ai obtenus en opérant sur divers fluides élastiques raréfiés. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville** fait remarquer qu'il s'est glissé une erreur dans la composition du *Compte rendu* de la dernière séance (p. 256). C'est l'oxygène dissous dans le platine (lequel, comme l'argent, a la propriété de rocher), et non l'hydrogène, qui détermine la production des étincelles au moment où l'on fond le platine. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur le Mémoire présenté à l'Académie le 29 mai 1869 par M.* Tresca, *sur le poinçonnage et sur la théorie mécanique de la déformation des corps solides.*

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Morin rapporteur.)

« Le Mémoire que M. Tresca a soumis au jugement de l'Académie fait suite à la longue série d'études et d'expériences qu'il a entreprises et poursuivies avec persévérance, de 1863 à 1869, sur les mouvements et les déplacements que des pressions énergiques peuvent produire dans des masses solides, mouvements que l'analogie des formes, des effets apparents et physiques l'a conduit à désigner sous le nom général d'*écoulement des corps solides*.

» Déjà, dans des Mémoires précédents, accompagnés de dessins, qui reproduisaient à l'œil tous les effets obtenus, dont il avait d'ailleurs montré les spécimens eux-mêmes à l'Académie, l'auteur était parvenu, par des méthodes simples de calcul, à formuler les lois géométriques des déplacements des molécules et à résoudre ainsi la partie cinématique de la question.

» Les expressions analytiques auxquelles il était arrivé, à l'aide d'hypothèses basées sur certains faits, avaient été vérifiées par leur concordance avec les résultats de l'expérience sur les effets que produisent, dans l'intérieur des corps solides, des pressions considérables exercées sur leur surface extérieure.

» Pour bien comprendre la nature et la portée des recherches de l'auteur, il importe, dès à présent, d'appeler l'attention sur la différence qui existe entre les effets qu'il a étudiés et ceux qui font l'objet de cette partie de la science qui traite de la résistance des matériaux à l'action des forces extérieures, et qui fournit des bases et des règles à l'art des constructions.

» Dans celle-ci, la science a pour objet d'étudier les effets de la résistance que les molécules des corps, en vertu des forces d'attraction et de répulsion dont elles sont douées, opposent au rapprochement par compression ou à l'éloignement par extension, et de déterminer les limites entre lesquelles ces forces, mises en jeu, conservent leur énergie, ainsi que celles auxquelles elles la perdent en partie ou en totalité.

» Dans les phénomènes étudiés par M. Tresca, les molécules des corps

soumis à des pressions extérieures énergiques parcourent ces deux périodes de l'élasticité, parfaite d'abord, altérée ensuite, puis complétement détruite, et commencent à se déplacer, à obéir à ces pressions, à la manière des liquides, qui ont atteint la limite où ils cessent d'être compressibles. C'est alors que se manifestent les effets d'écoulement des corps solides, sous l'énergie de pressions qui, ayant dépassé les limites de celles qui permettaient l'action des forces d'élasticité, ont atteint une intensité que l'auteur caractérise sous le nom de *pression de fluidité*.

» Cette analogie dans les mouvements produits dans les corps solides par la pression de fluidité, avec ceux qui se manifestent dans les liquides, ne se retrouve pas aussi complétement, quant à la propagation, à la transmission intégrale de son intensité dans les diverses parties de la masse. M. Tresca l'a constaté et signalé dès ses premières recherches; il a montré que pendant la déformation ou l'écoulement, il y avait d'un point à un autre une perte de pression, et qu'il existait, dans chaque cas, une distance au delà de laquelle la pression n'était plus transmise et qui limite ce qu'il nomme la *zone d'activité*.

» Le but de son nouveau Mémoire est précisément de fournir, pour certains cas particuliers, des notions sur l'intensité de la pression de fluidité et sur l'étendue de la zone d'activité.

» La question qu'il traite dans ce Mémoire passe donc du domaine de la géométrie dans celui de la mécanique.

» Les effets qu'il y étudie, plus spécialement, sont ceux que présentent le poinçonnage et l'étampage des métaux; opérations à l'aide desquelles l'industrie parvient à déformer, à modeler, à faire couler à froid les métaux et les matières ductiles, dont les produits présentent en réalité, comme l'Académie a pu le voir par les nombreux spécimens mis sous ses yeux, l'analogie, l'identité les plus frappantes avec les phénomènes de l'écoulement des corps liquides ou mous.

» L'auteur considère un poinçon cylindrique qui pénètre dans un prisme ou dans un cylindre de métal, dans la direction de l'axe de ce corps, en chassant devant lui les molécules qui s'opposent à son passage. Il y reconnaît et il y montre les déplacements latéraux, les remous qui se manifestent dans les liquides, et il y reproduit jusqu'à la formation de cette proue fluide, dont l'existence a été signalée pour la première fois, en ce qui concerne l'eau et l'air (1), par Dubuat, dans ses belles expériences sur la

(1) *Principes d'hydraulique*, par Dubuat; 2 vol., p. 331 et 373.

résistance des fluides sans qu'il ait été possible à cet illustre physicien d'en déterminer la forme fugitive, tandis que M. Tresca, opérant sur des solides, a pu la réaliser matériellement.

» Il n'est pas inutile de faire remarquer, dès à présent, que ces expériences et ces recherches scientifiques sur les effets de pénétration, de déplacement des molécules, de transmission et de répartition des pressions, ont une application directe et peuvent conduire à des conséquences immédiatement utiles pour des questions d'une haute importance dans certains services publics, quoique d'une nature en apparence très-différente.

» Ainsi, par exemple, la pénétration des projectiles dans les milieux résistants solides, leur passage à travers les cuirasses des navires, questions si fort à l'ordre du jour pour les sciences militaires, se rattachent directement à des effets du même ordre et suivent les mêmes lois, comme nous le ferons voir plus loin.

» Le Mémoire dont nous rendons compte aujourd'hui à l'Académie est partagé en plusieurs Chapitres qui traitent séparément :

» 1° De la description des faits observés;

» 2° D'une théorie géométrique de ces effets;

» 3° De la comparaison des résultats de l'expérience avec ceux de cette théorie;

» 4° De la loi de variation des pressions que détermine le poinçonnage aux diverses périodes d'enfoncement du poinçon;

» 5° De la théorie mécanique de la déformation des corps solides, dont les résultats sont comparés à ceux des expériences.

» Il nous serait difficile, pour ne pas dire impossible, sans fatiguer inutilement l'attention de l'Académie, d'analyser même succinctement la description détaillée, accompagnée de tous les dessins originaux et de grandeur naturelle, des résultats et des spécimens des expériences si variées contenus dans ce Mémoire, au texte et aux dessins duquel nous sommes obligés de renvoyer.

» Nous nous bornerons à dire que les précautions les plus minutieuses avaient été prises pour diriger avec précision les poinçons, pour mesurer avec exactitude, non-seulement les dimensions de ces outils, celles des blocs ou des plaques dont ceux-ci se composaient, mais encore les pénétrations de ces poinçons, ainsi que les pressions correspondantes qui les produisaient et qui étaient indiquées par un manomètre parfaitement taré dans des expériences spéciales jusqu'à des pressions de 30000 kilogrammes.

» Les expériences ont été exécutées, soit en faisant pénétrer le poinçon dans des masses solides d'une seule pièce, soit en formant les blocs de plaques superposées.

» Ces masses reposaient, tantôt sur une plaque pleine, tantôt sur une plaque percée d'un trou d'un diamètre précisément égal à celui du poinçon. Dans le premier cas, la pression produisait, en tous sens, un refoulement de la matière analogue à un étampage; dans le second, elle déterminait, en outre, l'expulsion d'un noyau de forme cylindrique, qu'on nomme *débouchure*, et dont la hauteur, variable avec son diamètre et avec celui du poinçon, présente une grande importance pour l'étude des phénomènes.

» Dans une partie des expériences, le bloc était solidement maintenu entre deux plaques de fer bien parallèles; dans d'autres, la surface supérieure était entièrement libre.

» Enfin, dans certains cas, le bloc solide plein était contenu dans une enveloppe cylindrique d'un diamètre supérieur à celui du poinçon, dont l'action produisait cet effet qu'on désigne dans l'industrie sous le nom d'*emboutissage*.

» La conséquence générale et frappante de tous les faits d'observation, c'est que, dans le poinçonnage, les pressions exercées sur le poinçon, et transmises par lui, se propagent dans tous les sens, et que, sous leur action, les molécules solides fuient, à la manière de celles des corps mous et des liquides, dans toutes les directions où elles ne rencontrent pas d'obstacle extérieur solide.

» Ainsi, lorsqu'un bloc cylindrique plein traversé par un poinçon de même forme est maintenu, au moyen d'armatures résistantes, par ses faces inférieure et supérieure, tandis que le reste de sa surface est libre, l'écoulement des molécules se fait dans le sens parallèle à ces faces, au fur et à mesure de l'avancement du poinçon; le solide se renfle à sa surface extérieure, et le maximum d'augmentation de ses diamètres correspond à la hauteur à laquelle le poinçon est parvenu.

» Lorsqu'au lieu d'être d'une seule pièce, le bloc cylindrique est formé de plaques minces superposées, ces effets de déplacement sont rendus manifestes, et la circonférence extérieure de chacune d'elles s'accroît pour permettre l'introduction des molécules refoulées par le poinçon.

» Dans ce cas, l'on reconnaît, d'une manière évidente, que la transmission de la pression verticale ne s'étend pas, au-dessous du poinçon, au delà d'une certaine distance, que l'on peut regarder comme une limite de cette

transmission dans ce sens, variable avec le degré d'avancement de l'outil.

» Les plaques comprises entre cette limite et le dessous du poinçon se relèvent de bas en haut vers leurs bords extérieurs par l'action des molécules qui fuient sous le poinçon.

» Lorsque, au contraire, le bloc plein ou composé de plaques superposées est libre en tous sens et simplement posé sur une surface plane perpendiculaire à la direction du poinçon, les déplacements moléculaires ont lieu dans toutes les directions. La surface supérieure se relève par ses bords et la surface extérieure se dilate.

» Le premier effet est tout à fait analogue à ce qui se produirait sur un liquide ou un corps mou à la surface horizontale duquel pénétrerait un corps tombant verticalement.

» Ces expériences, et les études si bien dirigées de M. Tresca, nous rendent compte des effets remarquables qu'il y a longues années, déjà, l'un de nous avait signalés et constatés de la pénétration des projectiles dans le plomb, et montrent qu'ils étaient dus à cette transmission des pressions dans les corps solides, dont il recherche les lois.

» Si, enfin, un bloc cylindrique est maintenu à la fois par sa base inférieure et par sa surface extérieure dans une enveloppe solide, et si le poinçon a un diamètre très-peu différent de celui de cette enveloppe, la matière comprimée ne pouvant plus s'échapper que par l'intervalle annulaire qui règne entre le poinçon et l'enveloppe, sort sous la forme d'un tube parfaitement calibré, dont la longueur a parfois atteint $0^m,25$ à $0^m,30$ avec un diamètre de $0^m,05$ et une épaisseur de moins d'un cinquième de millimètre.

» Il est difficile de se refuser à reconnaître encore ici l'analogie frappante de ces résultats avec ceux que l'on obtient dans certaines industries où l'on opère sur des matières molles et plastiques, telles que les pâtes alimentaires, les terres glaises, ou sur des métaux fusibles, comme le plomb amené à l'état pâteux pour la fabrication des tuyaux; et bien d'autres que nous pourrions citer.

» Quand la plaque sur laquelle repose le bloc que doit traverser un poinçon, au lieu d'être pleine, est percée d'un trou d'un diamètre exactement le même que celui de cet outil, et parfaitement concentrique à son axe, les effets de la pression, après s'être fait sentir à la partie supérieure du bloc, et avoir produit à peu près toutes les circonstances signalées plus haut, se propagent dans celle qui avoisine l'orifice et y déterminent l'expulsion d'une partie du métal sous forme d'une débouchure cylindrique.

La propagation graduelle et à distance limitée dans l'intérieur de la masse et dans tous les sens des pressions exercées par le poinçon est encore parfaitement manifestée dans les expériences très-nombreuses et très-variées que M. Tresca a exécutées sur ce cas important, par les proportions variables de la hauteur de la débouchure obtenue.

» En exécutant quelques expériences spéciales avec un poinçon à tête hémisphérique, l'auteur a constaté que, dans sa pénétration à travers un bloc de plomb, cette forme de la partie antérieure facilitait le déplacement latéral des molécules solides et diminuait la résistance, de même qu'on l'a observé dans les expériences sur la résistance des fluides au mouvement des corps cylindriques terminés par des proues de divers profils.

» Après avoir étudié sous des formes et dans des conditions variées les effets du poinçonnage du plomb, l'auteur a étendu ses expériences à des alliages plus ou moins ductiles et à d'autres métaux.

» L'alliage de plomb et d'étain par parties égales, entre autres par sa ductilité et son homogénéité, jointes à une plus grande dureté, lui a fourni des résultats complétement d'accord avec ceux du plomb.

» Mais c'est surtout dans les opérations industrielles exécutées en grand, pour étamper, percer et mouler en même temps à froid ou à chaud des plaques, des écrous, des rondelles en fer, qu'il a trouvé des spécimens remarquables de la généralité de la marche des déformations qu'éprouvent les corps solides sous l'action d'efforts énergiques.

» Les produits des grands ateliers de construction de France et d'Angleterre ont été mis par lui à contribution, et dans tous les échantillons qu'il a recueillis, et dont il a réuni les dessins de grandeur naturelle dans son Mémoire, on retrouve des effets du même ordre.

» Parmi les plus curieux, nous devons citer les spécimens d'une fabrication par étampage et par découpage d'écrous en fer formés avec des rondelles d'abord cylindriques, chauffées au rouge blanc, puis étampées dans une matrice hexagonale et poinçonnées simultanément au centre de haut en bas et de bas en haut, et qui fournissent ainsi, d'un seul coup, des écrous hexagonaux, ébauchés et percés, prêts à être terminés par les machines à fraiser et à tarauder; au nombre de ces exemples, on remarque un écrou de 95 millimètres de diamètre sur 60 de hauteur, dont la coupe montre comment, obéissant aux pressions considérables qu'elle a subies, la matière refoulée du centre à la périphérie, s'est écoulée et moulée, en laissant voir les traces irrécusables des mouvements intestins des éléments des couches dont le métal avait été formé.

» Enfin M. Tresca reproduit des résultats de découpages opérés à l'aide de presses hydrauliques à quatre cylindres de MM. Hick et fils, de Bolton, présentées en 1851 à l'Exposition de Londres et de la force de 200 000 kilogrammes. A l'aide de ces puissants engins, l'on a pu découper des rondelles de 76 millimètres de diamètre dans des plaques $0^{m},038$, $0^{m},051$, $0^{m},063$, $0^{m},076$ et $0^{m},084$ d'épaisseur. En comparant les pressions exercées, évaluées il est vrai par les constructeurs à l'aide des procédés ordinaires et assez peu précis de l'industrie, on trouve que, tant que l'épaisseur ne dépasse pas le diamètre du poinçon, la résistance paraît rester proportionnelle à l'épaisseur des plaques ; ce qui est d'accord avec d'autres résultats d'expériences en grand, et avec certains résultats obtenus par M. Tresca sur le plomb, comme nous l'indiquons plus loin.

» La série si complète d'observations sur le poinçonnage des corps solides que nous venons d'analyser se termine par quelques expériences sur les effets analogues qui se produisent, quand on comprime des matières pulvérulentes, telles que du sable fin très-sec. Ces essais ne sont que le prélude de recherches plus étendues que M. Tresca a entreprises, et dont il fera connaître plus tard les résultats. Il s'est borné, dans le Mémoire que nous analysons, à faire voir par une expérience exécutée avec un poinçon de $0^{m},130$ de diamètre, sous des pressions qui se sont élevées jusqu'à 17 510 kilogrammes, et dont il a joint à son travail les résultats originaux automatiquement manifestés sur le papier, que les matières pulvérulentes transmettent les pressions, de même que les liquides et les solides, mais avec une perte relativement très-grande d'un point à un autre, et qu'elles subissent les mêmes déformations générales que les matières solides amenées à l'état de fluidité, en montrant le même mode de déplacement et les mêmes proues.

» Après avoir discuté et analysé les effets apparents de la pénétration des poinçons de diverses formes dans les corps solides, M. Tresca s'est occupé de rechercher les lois mathématiques de ces phénomènes si curieux, en partant d'hypothèses basées sur l'observation des faits eux-mêmes, et dont les conséquences pouvaient d'ailleurs se prêter à des vérifications directes.

» On sait que, dès les premières expériences, cet observateur avait constaté que, dans le phénomène de l'écoulement des solides, sous des pressions énergiques, phénomène qui, comme nous l'avons dit plus haut, succède à celui de la compression plus ou moins élastique, la densité des solides ne varie pas. Il a donc pu considérer ce premier point comme acquis à la science.

» Les expériences directes et nombreuses exécutées sur le poinçonnage de blocs de matières diverses, formés à dessein de couches ou de plaques d'épaisseurs égales, ayant montré que les effets des pressions, qui déterminaient l'écoulement latéral de la matière et l'amincissement de la partie de ces plaques comprise sous le poinçon, ne s'étendaient, dans le sens où ils s'exerçaient, que jusqu'à une certaine distance, qu'il a nommée leur *zone d'activité* et au delà de laquelle les plaques conservaient leur épaisseur primitive, M. Tresca s'est cru autorisé à prendre ce second fait d'observation pour l'une des bases de la théorie qu'il se proposait d'établir; sauf, bien entendu, à comparer ensuite les conséquences auxquelles il pouvait être conduit avec les déformations effectivement subies par les corps.

» Telles sont les deux hypothèses fondamentales, vérifiées, on pourrait le dire *à priori*, par les faits, que cet observateur a employées. Il y a joint, comme dans son Mémoire de 1864, la supposition, justifiée d'ailleurs approximativement par quelques autres faits, que les lignes matérielles verticales restent constamment verticales, que les lignes matérielles horizontales restent horizontales, aussi longtemps qu'elles ne sortent pas chacune des trois parties dans lesquelles il divise le bloc, savoir : le cylindre plein central et les portions du cylindre évidé ou annulaire qui l'enveloppe.

» Avec l'aide de ces hypothèses il soumet au calcul d'abord la loi de variation des couches dont les blocs poinçonnés peuvent être considérés comme composés, et ensuite les déformations extérieures éprouvées par des blocs cylindriques traversés à divers degrés par des poinçons de différents diamètres.

» La première recherche dans laquelle il a successivement étudié les effets de la pénétration de poinçons cylindriques à tête plane dans des blocs de même forme, d'épaisseurs diverses par rapport à l'étendue de la zone verticale d'activité des pressions, l'a conduit, quant à la loi de la variation des épaisseurs des plaques en deçà de cette limite et à leur constance au delà, à des conséquences très-approximativement d'accord avec tous les faits observés, à savoir : que, *dans l'étendue de cette zone, les épaisseurs, égales entre elles à l'origine, le sont encore à un instant quelconque et varient suivant une loi logarithmique, tandis qu'au delà de cette zone elles restent invariables.*

» Il a étudié ensuite les déformations successives de la forme extérieure qu'éprouvent des blocs cylindriques soumis au poinçonnage, selon que leur hauteur est inférieure, égale ou supérieure à l'étendue de la zone d'activité de transmission des pressions, et il en a déterminé les équations d'après le degré d'avancement ou de pénétration du poinçon.

» La courbe du profil extérieur des blocs varie avec ces données, et est tantôt celle d'une parabole, celle d'une ligne droite et devient celle d'une logarithmique, qui a pour asymptote la base même du bloc, quand le poinçon pénètre jusqu'à cette base.

» L'examen de ceux des blocs formés de plaques indépendantes et d'égale épaisseur que M. Tresca a mis sous les yeux de l'Académie montre que les courbes théoriques représentent assez bien l'ensemble des déformations produites, et il en est de même des blocs pleins, dans lesquels le poinçon n'avait pénétré que sur une partie de leur hauteur.

» Au sujet de la forme cylindrique que conserve en s'élargissant le bloc poinçonné, à partir du moment où la résistance éprouvée par le poinçon a atteint sa valeur constante, nous ferons remarquer qu'elle indique évidemment que la pression transmise à cette surface extérieure est égale sur toute son étendue.

» Or, comme celle qui est développée à l'intérieur sur la surface du cylindre central correspondant au poinçon dans la hauteur de la zone d'activité est aussi égale sur tous les points de cette surface, il s'ensuit qu'en décroissant, de proche en proche, du centre à la circonférence, les pressions transmises sur toutes les surfaces des cylindres concentriques qui constituent le bloc sont uniformément et également réparties comme dans les liquides. C'est d'ailleurs ce que l'auteur démontre plus loin, par des considérations directes.

» Mais nous lui avons demandé de faire une expérience plus décisive, en opérant sur un bloc cylindrique plein, d'une hauteur supérieure au double de l'étendue de la zone d'activité, et en y faisant pénétrer le poinçon jusqu'à la base de ce bloc, afin de reproduire sur un même échantillon toutes les phases des phénomènes qu'il a étudiés et discutés en détail.

» Le poinçonnage d'un bloc de cuivre qu'il a récemment exécuté répond très-bien à la forme annoncée, et doit être cité en particulier, parce que ce métal présente des contours plus nets et plus faciles à mesurer en tous leurs points.

» Les considérations à l'aide desquelles on détermine d'une manière suffisamment approchée les transformations des génératrices extérieures du bloc, s'appliquant évidemment aux génératrices du cylindre central et de toutes les autres couches cylindriques, concentriques intérieures, l'auteur en a facilement déduit les équations de ces transformées.

» En même temps qu'une partie des molécules solides déplacées par le poinçon s'écartent de l'axe du bloc dans le sens perpendiculaire à cet axe,

d'autres se rapprochent de la base de ce bloc, et, quand le métal est ductile, les unes et les autres sont reliées par des surfaces de raccordement très-continues, en forme de dés, dont les expériences manifestent l'existence.

» L'auteur a déterminé la loi de génération de ces surfaces, en s'appuyant toujours sur la condition fondamentale de l'invariabilité du volume du bloc, et sur les lois trouvées précédemment de la transformation des génératrices du cylindre central et de la variation d'épaisseur des couches horizontales sous le poinçon.

» Nous ferons remarquer à ce sujet que l'existence de ces surfaces de raccordement, qui se déchirent à mesure que la débouchure sort, explique très-bien comment, dans cette période de poinçonnage, la résistance doit être proportionnelle à l'épaisseur de la partie cisaillée, et varier avec elle, ainsi que nous aurons plus loin l'occasion de le vérifier.

» Pour comparer les résultats des formules théoriques à l'aide desquelles il a cherché à représenter la loi de la variation d'épaisseur ou de répartition après le poinçonnage des couches situées sous le poinçon et qui étaient primitivement équidistantes, M. Tresca a eu recours aux résultats des expériences qu'il a exécutées sur des blocs composés de plaques d'égale épaisseur, superposées les unes aux autres. En déterminant, d'abord par les formules qu'il a établies, puis sur les échantillons mêmes qu'il a mis sous les yeux de l'Académie, les rapports observés entre les distances primitives de chacune de ces couches à la base du bloc et la limite de la zone d'activité donnés par la longueur des débouchures et ceux des distances des mêmes couches, au moment où la débouchure apparaît à la même limite, il a pu construire des courbes dont l'une représente la relation théorique, et les autres la relation expérimentale de ces rapports.

» La courbe théorique, qui est une logarithmique pour les couches situées à une distance de la base du bloc plus grande que la limite d'activité, devient une ligne droite pour celles qui sont plus rapprochées de cette base.

» Dans un cas comme dans l'autre, les tracés faits à une grande échelle montrent que les valeurs des rapports calculés et de ceux qui ont été déterminés par les mesures directes suivent une marche commune, dont la courbe théorique paraît représenter l'ensemble d'une manière satisfaisante. L'erreur relative de ces valeurs ne s'élève en moyenne qu'à 0,053, toutes les fois que l'épaisseur totale du bloc ne dépasse pas 2,5 fois le diamètre

du poinçon, et elle n'atteint 0,10 que quand cette épaisseur dépassant trois fois le diamètre du poinçon, le frottement de la tige acquiert alors une influence de plus en plus grande, dont il n'a pas été possible de tenir compte jusqu'ici.

» En appliquant les mêmes considérations aux déplacements que produit un poinçon introduit dans un bloc maintenu par une enveloppe cylindrique, M. Tresca trouve les équations des transformées, des génératrices parallèles à l'axe et celles des couches horizontales, ainsi que la trajectoire d'un point donné de la masse, en faisant toutefois remarquer que les déplacements étudiés sont considérés simplement au point de vue cinématique, et en supposant qu'ils ont lieu sans vitesse appréciable.

» *Mesure des pressions qui déterminent le poinçonnage.* — Nous avons dit plus haut qu'à l'aide d'un manomètre directement taré l'auteur avait pu mesurer avec précision les pressions exercées par le poinçon à chaque instant de sa pénétration, et qu'en représentant graphiquement les résultats de ces observations, il avait rendu visible la loi de variation de ces pressions.

» Ces observations des pressions ont été faites avec le plus grand soin à mesure que la pénétration du poinçon croissait de millimètre en millimètre, sur du plomb, sur un alliage de plomb et d'étain, sur du zinc, sur du cuivre et sur du fer.

» Les formes de toutes les courbes ainsi obtenues montrent que ces efforts croissent d'abord très-rapidement, et qu'ils arrivent promptement à un maximum auquel ils se maintiennent d'autant plus longtemps que la zone d'activité est plus petite par rapport à la hauteur du bloc; dans le cas où il existe une contre-matrice, cette constance se manifeste jusqu'au moment où la débouchure commence à paraître, et la hauteur de celle-ci fournit une mesure directe de la zone d'activité, qui dépend d'ailleurs aussi du diamètre du poinçon et de celui du bloc, comme l'auteur le montre plus loin, par les considérations théoriques sur lesquelles nous reviendrons tout à l'heure.

» Cette constance de la pression que le poinçon exerce pendant qu'il pénètre dans l'intérieur du solide étant ainsi bien constatée pour tous les cas où la hauteur de celui-ci dépasse une certaine limite, M. Tresca a pu légitimement l'admettre, comme l'une des bases des considérations à l'aide desquelles il a cherché à établir la théorie mécanique des effets qu'il étudiait.

» Dans la crainte de donner à ce Rapport, déjà fort long, un développe-

ment trop étendu, nous nous bornerons à ce qui précède, relativement à la mesure des pressions, et nous renverrons au Mémoire de l'auteur pour tout ce qui concerne les faits très-curieux et très-importants qu'il a observés dans le poinçonnage des blocs pleins ou des blocs formés de plaques superposées, renfermés ou non dans des enveloppes cylindriques.

» *Théorie mécanique de la déformation des corps solides.* — Après avoir décrit avec soin les effets de déformation, qui se manifestent dans le poinçonnage des corps solides, soit quand le poinçon n'y détermine qu'une compression sans découpage, soit quand il y produit l'écoulement d'un jet ou d'une débouchure par l'orifice d'une contre-matrice, soit enfin quand le solide est renfermé dans une enveloppe résistante qui ne permet l'écoulement que par un intervalle annulaire supérieur et après avoir étudié les lois géométriques des déformations produites par des actions lentes qui ne communiquent pas aux molécules des vitesses appréciables, M. Tresca aborde l'importante et délicate question de la consommation du travail mécanique nécessitée par ces déformations.

» Il rappelle d'abord, comme nous l'avons déjà dit en commençant, que les effets qu'il se propose d'étudier sont consécutifs aux périodes d'élasticités parfaite ou imparfaite, dans lesquelles les corps soumis à des efforts de compression ou d'extension sont encore susceptibles, quand l'action motrice cesse d'agir, de revenir plus ou moins complétement à leur forme primitive. Dans la première de ces deux périodes, qui fait l'objet principal des recherches des ingénieurs sur la résistance des matériaux, la déformation par compression ou par extension est proportionnelle à l'action motrice, conformément à l'expression de Hooke (*ut tensio sic vis*), qui le premier, croyons-nous, a posé ce principe.

» Dans la seconde, les déplacements moléculaires croissent plus rapidement que la force qui les produit. Pendant l'une et l'autre de ces périodes, les distances des molécules varient, ainsi que les volumes des corps et les efforts qui produisent ces variations sont des fonctions des distances des éléments matériels.

» Au contraire, dans les effets que l'auteur a étudiés, l'expérience montre que les volumes restent constants, quelles que soient les déformations, tant que la désagrégation ou la rupture n'apparaissent pas, et pour les matières ductiles, telles que le plomb, l'étain, qui se déforment presque indéfiniment sous l'action de certaines pressions, il paraît naturel d'admettre que la résistance qu'ils opposent reste la même par mètre carré pour toute extension et toute compression ultérieure.

» C'est en partant de cette hypothèse et en se basant aussi sur l'invariabilité du volume, constatée par l'expérience, que l'auteur, en se bornant aux cas où les déplacements ont lieu sans vitesses appréciables, a cherché à établir des formules qui expriment, en fonction d'un coefficient constant de résistance par mètre carré à la fluidité, les quantités de travail qu'exigent les déformations dont il a fourni des exemples, et qu'en introduisant ensuite dans ces mêmes formules les données numériques des expériences, il est parvenu à obtenir des valeurs approximatives de ce coefficient de résistance à la fluidité pour le plomb, pour l'étain, pour le fer et pour quelques autres matières.

» En appliquant en premier lieu ces considérations à la recherche de la quantité de travail nécessaire pour déformer dans tous les sens un parallélépipède dont la surface extérieure est libre, M. Tresca établit d'abord ce théorème important que :

» *Le travail total de déformation est mesuré par le double du travail développé dans la seule direction pour laquelle le changement de dimension est de signe contraire aux deux autres.*

» Il montre ensuite comment l'effort nécessaire pour produire, par exemple, une déformation longitudinale pourra se calculer facilement, quand on connaîtra le coefficient de résistance à la fluidité de la matière que l'on considère.

» Il parvient aux mêmes conséquences en examinant les diverses circonstances de déformation auxquelles peut être soumis un cylindre dans le sens de son axe et dans celui de ses rayons, et il établit le théorème suivant, auquel il a soin cependant d'indiquer que certaines déformations peuvent faire exception :

» *Un cylindre homogène, à base circulaire, constitue un solide qui jouit de la propriété de permettre à toutes les files de molécules qui le composent de se déformer absolument comme si elles étaient isolées, et le travail de déformation s'obtient en multipliant, par le coefficient constant* K *de résistance à la fluidité, la somme du volume abandonné et du volume envahi par le cylindre.*

» On comprend de suite qu'à l'inverse, l'examen et la mesure des déformations produites dans des cylindres par des pressions connues, exactement mesurées, à l'aide de manomètres bien tarés, peuvent permettre de reconnaître si le coefficient K de la résistance est effectivement constant ou à peu près pour un même corps, ce qui justifierait les bases de la théorie proposée.

» *De la transmission des pressions à l'extérieur des solides renfermés dans des*

enveloppes. — Pour le cas où il s'agit d'un solide tel qu'un cylindre comprimé par une pression exercée sur sa base, et qui, au lieu d'être libre, est renfermé dans une enveloppe résistante, l'auteur parvient à cette conséquence remarquable que : *déduction faite des résistances provenant de la résistance propre de la matière à la déformation par fluidité, les pressions extérieures se transmettraient, dans ce cas particulier, sur toute l'étendue des parois latérales de l'enveloppe avec la même intensité par mètre carré*, ainsi que cela a lieu pour les liquides, dont la résistance de fluidité peut être regardée comme nulle.

» Quoique cette conclusion, établie plus haut comme conséquence de la forme cylindrique conservée par les blocs, soit d'accord avec les phénomènes déjà observés, et vérifiée par la constance souvent très-remarquable du coefficient K de résistance introduit par l'auteur dans sa formule, on comprend de quelle importance serait sa vérification expérimentale directe. Nous ne la croyons pas impossible, même pour des pressions assez limitées.

» Si, par exemple, l'enveloppe était formée par un cylindre mince en acier solidement cerclé à ses bases supérieure et inférieure, et si, par des expériences préalables, on avait déterminé les formes qu'il prendrait sous l'action de pressions connues, exercées sur un liquide qui y serait contenu, cet appareil constituerait une sorte de dynamomètre tubulaire, dont les gonflements extérieurs, exactement relevés, pourraient ensuite servir à déterminer les pressions transmises par la surface extérieure des solides, que l'on y comprimerait, au delà de la limite de résistance à la fluidité.

» On remarquera que la pression motrice extérieure pouvant être, à volonté, très-peu supérieure à celle qui correspond à cette limite, les efforts exercés intérieurement seraient alors assez faibles pour que l'appareil eût la sensibilité désirable.

» Nous espérons que l'auteur pourra parvenir à réaliser cette expérience, qui nous semble propre à justifier directement la théorie ingénieuse et très-acceptable qu'il a établie à l'aide d'hypothèses basées d'ailleurs sur l'observation des faits.

» *Travail de déformation d'un anneau cylindrique libre dont le rayon extérieur est constant*. — Dans ce cas, où l'anneau ne peut être déformé que par l'action d'une pression longitudinale ou par celle d'une pression intérieure, l'auteur arrive à cette conséquence que : *pour produire une même déformation, les pressions à exercer par unité de surface doivent être les mêmes dans les deux sens*.

» Il parvient à la même conclusion lorsque, dans le même cas, il y a lieu de tenir compte d'une résistance extérieure.

» *Travail d'extension d'un anneau cylindrique dont la hauteur est assujettie à rester constante.* — En considérant ce cas particulier, qui est relatif aux cylindres soumis à l'action de pressions intérieures, et en cherchant à déterminer la loi de variation des pressions transmises dans l'épaisseur de l'anneau, M. Tresca arrive à cette conséquence que : *la pression va dans ce cas en augmentant depuis la circonférence extérieure, où elle est nulle, jusqu'à la circonférence intérieure où elle atteint son maximum, en suivant une loi logarithmique dont il donne l'expression.*

» Les considérations théoriques dont on vient d'indiquer les conséquences sont relatives à des cas de poinçonnage sur lesquels l'auteur a précisément recueilli un assez grand nombre de faits d'observation pour lui permettre d'établir la comparaison des résultats des formules avec ceux de l'expérience.

» En effet, dans l'action du poinçonnage avec enveloppe cylindrique, on a produit simplement la déformation d'un cylindre dont le rayon extérieur reste constant; et, dans le cas du poinçonnage d'un bloc contenu entre deux plaques perpendiculaires au poinçon et sans enveloppe avec ou sans contre-matrice, on a réalisé, en outre, le cas d'un anneau cylindrique dont la hauteur est assujettie à rester constante, tandis que la surface extérieure s'étend.

» En introduisant, dans les formules qui expriment la pression exercée en fonction des dimensions, du bloc, du poinçon et du coefficient K de résistance de la matière à la fluidité, les données de l'expérience, l'auteur a donc pu reconnaître si les valeurs qu'il en déduisait pour ce coefficient étaient, en effet, constantes ou à peu près.

» L'on ne saurait dans de pareilles recherches, sur un sujet aussi neuf, s'attendre à des résultats d'une concordance parfaite, et c'est sans doute déjà avoir fait faire à la question des progrès très-considérables que d'avoir établi de ces effets une théorie qui représente avec une certaine exactitude d'ensemble les faits de l'observation.

» Les résultats de cette comparaison pour les poinçonnages faits dans des blocs de plomb pleins, avec ou sans enveloppe, les seuls qui soient susceptibles de fournir des éléments assez nombreux d'appréciation, sont réunis dans le tableau suivant :

		Diamètre des blocs $2R$.	Diamètre du poinçon $2R_1$.	Valeur du coefficient K par centimètre carré.	Moyenne.	
Cylindre avec enveloppe concentrique		0,0370	0,010	154 kg	184	
		0,0370	0,020	160		
		0,0370	0,030	247		
Cylindre sans enveloppe.	Sans contre-matrice	0,052	0,010	175	204	Bloc de 20 plaques.
		0,065	0,020	254		Bloc de 8 plaques.
		0,060	0,040	183		Bloc plein.
	Poinçons à base plane	0,052	0,010	202	202	
		0,060	0,020	202		
	Poinçons avec proues sphériques	0,100	0,030	231	215	
		0,100	0,040	198		
		0,100	0,050	168		
				Moyenne générale	201	

» On voit par ces résultats que, malgré des différences parfois assez notables dans les valeurs obtenues dans chacune des séries d'expériences, les valeurs moyennes du coefficient de résistance du plomb à la fluidité s'écartent peu de 201 kilogrammes par centimètre carré, ou d'environ 200 atmosphères.

» Des applications semblables ont donné, pour l'alliage de plomb et d'étain,

$$K = 352 \text{ kilogrammes},$$

ou environ 350 atmosphères.

» L'application des considérations analogues aux phénomènes d'écoulement d'un bloc cylindrique en plomb composé de plaques minces par un orifice concentrique à son axe conduit aux résultats suivants :

Diamètre du bloc.	Diamètre du poinçon.	Valeur du coefficient K par centimètre carré.	Moyenne.	
m 0,100	0,020	158 kg	144 kg	Blocs composés de plaques minces.
0,100	0,030	141		
0,100	0,040	135		

» La division du plomb en plaques minces et nombreuses a dû évidemment, dans ce cas, diminuer la résistance à l'écoulement et explique l'infériorité de sa valeur.

» Lorsque la pression, au lieu de produire un écoulement par un orifice, détermine simplement l'écrasement du bloc et le gonflement de sa surface extérieure, il est facile de voir que l'effort à exercer sur sa base supérieure varie en raison inverse des hauteurs successives auxquelles il est réduit, et, en appliquant aux résultats des expériences la formule fort simple à laquelle il est parvenu, M. Tresca trouve pour ce cas et pour des blocs de plomb les valeurs suivantes du coefficient K :

Diamètre primitif du bloc.	Diamètre final du bloc.	Hauteur primitive du bloc.	Hauteur finale du bloc.	Valeur du coefficient K par centimèrre carré.	
m	m	m	m	kg	
0,0595	0,0780	0,0545	0,0390	118,00	Blocs pleins.
0,0600	0,0760	0,0600	0,0380	116,00	Blocs pleins.
0,0600	0,0712	0,0600	0,0450	129,00	Blocs pleins.
	0,0900		0,0300	124,50	Blocs pleins.
0,0600	0,1030	0,0600	0,0300	148,50	Blocs pleins.
0,0600	0,0885	0,0600	0,0310	150,00	6 plaques.
0,0600	0,1100	0,0630	0,0185	127,50	20 plaques.
		Moyenne générale.............		130,50	

» Le plomb offrirait donc à l'écrasement des blocs pleins ou composés de plaques, une résistance de fluidité de 130kg,50 ou 130 atmosphères environ par centimètre carré, très-inférieure, par conséquent, à celle sous laquelle les pierres ordinaires employées dans les constructions commencent à s'écraser, ce qui justifie l'usage où l'on est dans les expériences sur la résistance de ces derniers matériaux, d'en garnir les surfaces supérieure et inférieure des lames de plomb, pour assurer la répartition des pressions d'épreuve.

» Les expériences sur l'étain ont fourni, dans les mêmes conditions, pour le coefficient K la valeur K = 273 kilogrammes par centimètre carré.

» En récapitulant toutes les valeurs moyennes obtenues pour le plomb dans les différentes séries d'expériences exécutées de 1863 à 1869, pour le coefficient constant K de résistance à la fluidité, M. Tresca en forme le tableau suivant :

Mode de déformation.	Valeur du coefficent K de résistance à la fluidité, par centimètre carré.
	kg
Écrasement des cylindres..............	130,50
Écoulement par un orifice concentrique...	144,00
Poinçonnage avec enveloppe cylindrique..	184,00
Poinçonnage avec contre-matrice........	202,00
Poinçonnage sans contre-matrice...	204,00

» Toutes les expériences dont on vient de résumer les résultats ont occupé l'auteur pendant près de six années, et les faits si variés et si nouveaux qu'elles ont manifestés, en se présentant successivement, l'ont conduit à envisager la question d'abord sous des points de vue très-différents. Ce n'est que dans les derniers temps qu'en cherchant à les étudier à celui de la théorie mécanique des effets, il a été amené à les lier par les formules dont on vient de faire connaître les conséquences et l'accord général avec l'observation.

» Peu satisfait cependant de cet accord d'ensemble, M. Tresca a voulu, par des expériences spéciales, faites en vue de vérifier l'exactitude des considérations théoriques qui l'avaient guidé, s'assurer avec plus de sûreté de leur concordance avec les faits.

» Il a, en conséquence, répété des expériences analogues, dans des conditions plus uniformes, en opérant sur des blocs de plomb pleins dont voici les dimensions :

Blocs.			
Diamètre.	Hauteur.	Poinçons.	Orifice.
0^m,037	0^m,023	0^m,020	0^m,0125
0,100	0,100	0,050	0,050.

» Le tableau suivant contient les résultats de l'introduction de ces données dans les formules :

	Valeurs du coefficient K.		
	1869.		
Mode de déformation.	Blocs de 0^m,037 de diamètre.	Blocs de 0^m,100 de diamètre.	Résultats moyens antérieurs à 1869.
Écoulement concentrique	198^{kg}	201^{kg}	144^{kg}
Poinçonnage avec enveloppe cylindrique	176	221	184
Poinçonnage avec contre-matrice	190	211	202
Poinçonnage sans contre-matrice	190	211	204
Moyennes	188,5	211,0	183
	200^{kg}.		

» L'accord des résultats fournis par les quatre séries d'expériences de vérification exécutées en 1869 entre eux, et même avec ceux des séries antérieures, montre qu'en définitive les hypothèses et les faits d'observation qui ont servi de base à l'auteur pour établir la théorie mécanique de la déformation des corps solides, parvenus à l'état de fluidité sous l'action de pressions suffisantes, sont au moins tellement voisines de la vérité, que les lois qu'il en a déduites peuvent être regardées comme représentant l'en-

semble des phénomènes remarquables sur lesquels il a le premier appelé l'attention des mécaniciens et des physiciens.

» *Résultats des observations sur le cisaillement produit par les poinçons.* — Ces vérifications des considérations qui ont guidé l'auteur dans la théorie précédente ne sont pas les seules que les expériences de poinçonnage lui aient fournies.

» Les circonstances que présente le cisaillement qui se produit, quand le poinçon commence à expulser la débouchure, l'ont conduit à des résultats non moins remarquables.

» Si l'on se reporte à ce qui a été dit précédemment de la marche des effets produits par un poinçon qui pénètre dans un solide posé sur une plaque percée d'une contre-matrice, on se rappellera que le mouvement peut être partagé en deux périodes très-distinctes.

» Dans la première, la résistance opposée par la matière pénétrée croît d'abord très-rapidement et atteint bientôt une valeur constante : c'est ce que manifestent les courbes qui représentent les pressions observées. Sous l'action du poinçon, les molécules déplacées s'écartent latéralement, les dimensions transversales du solide s'accroissent seules, et, pendant toute la première période, la débouchure n'apparaît pas encore à l'orifice de la contre-matrice.

» La seconde période commence à l'instant même où la débouchure se manifeste à cet orifice par une légère protubérance. A partir de ce moment, l'effet du poinçon, au lieu de consister dans un refoulement latéral de la matière, devient un cisaillement, et la résistance qu'éprouve le poinçon à l'origine de ce découpage doit être évidemment égale à la valeur constante de celle qui s'opposait à sa marche dans la première période.

» Il est d'ailleurs évident aussi qu'à mesure que la débouchure sort, la résistance au cisaillement diminue graduellement.

» Il est alors très-logique d'admettre qu'au moment où le cisaillement commence, l'effort que le poinçon exerce est proportionnel à la surface annulaire de séparation et à un certain coefficient constant exprimant la résistance au cisaillement par mètre carré.

» Or, l'observation des pressions exercées à chaque position du poinçon donnant la valeur de la résistance totale, il a été facile à l'auteur de déduire de ses expériences la valeur de ce nouveau coefficient constant de résistance, et de faire voir qu'il est précisément égal à celui de fluidité, dont il retrouve ainsi la valeur par l'observation des débouchures produites par le poinçonnage; ce qui lui fournit une nouvelle vérification des considérations théoriques qu'il a exposées dans son Mémoire.

» Enfin, cette égalité constatée des deux résistances à l'instant où la débouchure apparaît lui permet d'éliminer de la relation qui l'exprime les deux coefficients constants, et d'obtenir de la longueur L de la débouchure une expression logarithmique, qui ne renferme que les rayons R du bloc et R_1 du poinçon, et qui est

$$L = R_1\left(1 + \log\frac{R}{R_1}\right),$$

laquelle est indépendante de la hauteur du bloc et de la nature de la matière dont il est composé.

» Dès l'époque de la présentation de son Mémoire, l'auteur avait déjà fourni une vérification expérimentale de la première de ces conséquences par des observations spéciales faites sur des blocs cylindriques en plomb, de $0^m,023$ et de $0^m,100$ de hauteur, percés respectivement par des poinçons de $0^m,020$ et de $0^m,050$ de diamètre.

» Mais la seconde conséquence, relative à la nature de la matière, nous a paru tellement importante et remarquable que nous l'avons prié d'étendre les observations à des matières solides très-diverses pour la justifier. C'est ce qu'il s'est empressé de faire, et les résultats de plus de quarante expériences exécutées sur de la cire à modeler, sur des pâtes céramiques à divers états de mollesse, sur du plomb, sur de l'étain, sur du cuivre et sur du fer, l'ont conduit à la vérification complète de la loi qu'indique la théorie qu'il a établie.

» En comparant les longueurs des débouchures observées à celles que le calcul fournissait, il a trouvé pour valeur moyenne de ce rapport 1,020.

» La cire à modeler a fourni celle de 0,925, le plomb 0,994, l'étain 1,048, le cuivre 1,147, le fer 1,017.

» La représentation graphique des résultats de la formule et de ceux des expériences montre également avec évidence l'accord de la théorie et de l'observation.

» L'ensemble de ces recherches a en même temps conduit M. Tresca aux valeurs suivantes du coefficient de fluidité, qui est aussi celui de résistance au cisaillement par mètre carré.

» Ces valeurs sont pour :

Le plomb	1820000^{kg}
L'étain pur	2090000
L'alliage de plomb et d'étain	3390000
Le zinc	9000000
Le cuivre	18930000
Le fer	37570000

» Au sujet de ce chiffre de la résistance du fer à la fluidité et au cisaillement à faible vitesse, nous croyons devoir faire observer qu'il s'accorde d'une manière remarquable avec la valeur trouvée pour le cisaillement par M. Fairbairn, et qui est, pour les tôles, 38000000 kilogrammes.

» Enfin nous ne terminerons pas l'examen de ces considérations relatives au cisaillement des blocs de plomb par des poinçons cylindriques, sans ajouter que la loi de résistance vérifiée par les expériences de M. Tresca est parfaitement d'accord avec celle que l'un de nous avait admise pour la résistance des plaques de blindage des bâtiments cuirassés à la pénétration par les projectiles de tous les calibres, animés des plus grandes vitesses, et qui a été vérifiée par les nombreuses expériences de tir exécutées à Schœburyness, par l'artillerie anglaise.

» Tant il est vrai que les lois qui régissent les phénomènes physiques ou mécaniques sont uniformes et générales.

» Le Mémoire que nous avons été chargés d'examiner se termine par des conclusions qui résument d'une manière très-claire les conséquences que l'on peut tirer, tant des faits observés, que des considérations théoriques qui y sont exposées.

» En ce qui concerne les effets apparents, ces conséquences, rendues évidentes par l'examen des nombreux échantillons d'expériences présentés à l'appui, jettent un grand jour sur le mode du déplacement des molécules des corps solides soumis à l'action d'efforts énergiques transmis par un poinçon ou par tout autre organe analogue qui y pénètre.

» Quant à l'accord des résultats d'observations et de mesures fournies par les expériences elles-mêmes avec ceux des considérations théoriques développées dans ce Mémoire, il est assez satisfaisant pour qu'il soit permis de considérer, dès à présent, les études de l'auteur, sinon comme une solution complète qu'il ne se flatte pas encore d'avoir trouvée, au moins comme un progrès capital fait dans la connaissance, encore si imparfaite, du mode de transmission des efforts, des pressions et du travail dans les corps solides.

» *Conclusions.* — En conséquence, vos Commissaires, appréciant toute l'importance que peuvent avoir, pour les progrès de la théorie mécanique et physique des actions moléculaires, les persévérantes recherches de M. Tresca, vous proposent d'ordonner l'impression de son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Preuve théorique de l'égalité des deux coefficients de résistance au cisaillement et à l'extension ou à la compression dans le mouvement continu de déformation des solides ductiles au delà des limites de leur élasticité; par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« M. Tresca, dans son Mémoire sur le poinçonnage des métaux et sur la théorie mécanique de la déformation *permanente* des solides doués de ductilité, que l'Académie vient d'approuver, me semble avoir très-heureusement posé les bases de cette théorie toute nouvelle, quoiqu'il n'eût à sa disposition, pour en confirmer l'établissement, que des expériences qu'il reconnaît n'être pas encore assez spéciales pour ce but, et une analyse cinématique des déplacements moléculaires ne pouvant fournir qu'une approximation dont les limites sont inconnues.

» Il m'a donc semblé utile de montrer que le plus remarquable peut-être des résultats de ses recherches, savoir : l'égalité ($K' = K$) du coefficient de la résistance au cisaillement ou glissement transversal au coefficient de la résistance à l'extension ou à la compression permanente, était susceptible d'une vérification complétement théorique.

» Soit, en effet, un parallélépipède rectangle de matière ductile, de longueur a, d'épaisseur b (dimensions l'une et l'autre horizontales pour fixer les idées) et de hauteur c. Supposons que sur ses bases inférieure et supérieure ab l'on exerce, en sens opposés, des frottements énergiques pour les faire glisser l'une devant l'autre, dans la direction de la longueur a, d'une quantité linéaire

$$\mathrm{g}.c;$$

en sorte que g représente leur glissement relatif rapporté à l'unité de la distance mutuelle de ces deux bases, ou la tangente du petit angle dont on fait incliner ainsi les arêtes verticales c du prisme. Supposons aussi que la matière soit arrivée (comme le plomb, le cuivre, etc., des expériences tant d'*écoulement* que de poinçonnage de M. Tresca) à cet état où l'élasticité est, comme on dit, dépassée, en sorte que l'effort est devenu constant ou ne croît plus avec les déplacements. Si K' est l'effort ou frottement longitudinal exercé par unité de surface sur les bases ab, son travail, pour le glissement relatif produit g, aura été en tout

$$2K'ab.\mathrm{g}\frac{c}{2} = K'.abc.\mathrm{g},$$

ou, par unité de volume,

$$(1) \qquad K'\mathrm{g}.$$

» Or il est facile de voir que, dans le solide, chaque carré matériel dont les côtés sont respectivement parallèles à a et à c, aura l'une de ses deux diagonales allongée, et l'autre accourcie, dans la proportion

$$\frac{1}{2}g;$$

c'est-à-dire (comme il a été dit ailleurs depuis longtemps) qu'un glissement dans une direction déterminée quelconque équivaut à une dilatation et à une contraction simultanées et moitié moindres dans deux directions rectangulaires, inclinées de 45 degrés sur celle-ci.

» Supposons donc que, dans le parallélépipède donné abc, l'on en taille un plus petit, de même épaisseur b, mais de longueur a' et de hauteur c', faisant 45 degrés avec a et c, et ayant ses faces latérales $a'c'$ dans les plans de celles ac. Pour augmenter sa longueur a' et diminuer sa hauteur c', il faudra, si K représente le coefficient constant de résistance à l'extension ou à la compression pour la matière supposée arrivée à cet état d'annulation de l'élasticité que M. Tresca compare à la fluidité, il faudra, dis-je, appliquer sur ses bases bc', en sens opposés, des tractions

$$K.bc',$$

et, sur ses bases ba', des pressions

$$K.ba',$$

qui, si la proportion de l'extension et celle de la compression sont, comme on vient de dire,

$$\frac{1}{2}g,$$

produiront des quantités de travail

$$K.bc'.\frac{1}{2}ga' \quad \text{et} \quad K.ba'.\frac{1}{2}gc',$$

ou, au total, par unité du volume $a'bc'$ du petit prisme, un travail

$$(2) \qquad Kg.$$

» Cette quantité (2) doit être égale à celle (1) $K'g$: car, en décomposant le prisme entier abc en prismes $a'bc'$, le travail total, pour une même déformation opérée, doit être d'égale grandeur pour ceux-ci ensemble et pour celui-là. Donc on doit avoir

$$(3) \qquad K' = K,$$

ou l'égalité, expérimentalement découverte par M. Tresca, du coefficient

de résistance au glissement ou cisaillement, et du coefficient de résistance à la déformation permanente par extension ou compression.

» Ce raisonnement me paraît, aussi, justifier l'hypothèse, hardie au premier aperçu, mais, en y réfléchissant, très-rationnelle, de l'égalité des résistances à l'extension et à la compression permanente, par unité superficielle des bases des prismes qu'on y soumet; bien entendu, sous la condition générale, que tout ceci suppose remplie, de mouvements excessivement lents, ou tels que leur vitesse n'entre pour rien dans les résistances aux déformations qu'ils produisent (*). »

MÉCANIQUE ET ANALYSE. — *Rapport sur cinq Mémoires de* M. Félix Lucas *intitulés :* Recherches concernant la Mécanique des atomes, *présentés les* 20 *juillet*, 5 *octobre*, 16 *et* 23 *novembre et* 1er *décembre* 1868.

(Commissaires : MM. O. Bonnet, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Lucas, ingénieur des Ponts et Chaussées, déjà connu par un livre de Géométrie générale ou supérieure sur les courbes planes, et par un ou-

---

(*) Qu'il me soit permis d'exprimer ici, comme j'ai déjà fait en 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1310), le vœu que, dans les expériences ultérieures promises par M. Tresca, il prenne les dispositions nécessaires pour obtenir, dans son détail, à l'intérieur des blocs, la cinématique véritable des déplacements opérés, de manière à n'avoir pas à y suppléer par une cinématique en partie fictive, bien que celle-ci, heureusement, puisse avoir donné en général des approximations suffisantes pour son calcul des quantités de travail. Il a renoncé à cette division par rondelles superposées, qui était bonne pour obtenir quelques premières indications, mais qui altère considérablement l'intensité des efforts à faire, et même sensiblement la loi des déplacements. Ne serait-il pas possible, en évitant cet inconvénient, d'obtenir bien plus que les plaques ne peuvent donner? Que, par exemple, on plonge, dans le bain d'un métal en fusion, un réseau ou treillis (à trois dimensions) de fil fin d'un métal un peu moins fusible et d'une dureté peu différente, tel que du fil de plomb légèrement oxydé dans un bain d'étain ou d'alliage de plomb et de bismuth, etc.; il n'est guère douteux qu'une fois la solidification opérée, le sciage méridien du bloc ne fasse retrouver l'emplacement de tous les fils traversant le plan de coupe. Or, le treillis plongé peut être d'une forme connue et régulière, composé par exemple de circonférences horizontales, concentriques et équidistantes, formant une suite de plans superposés, maintenus aussi équidistants par quelques fils verticaux. Le sciage, fait après l'écoulement ou le poinçonnage, fournirait les coordonnées finales d'un grand nombre de points dont on connaît les coordonnées primitives. Et si l'on soumettait à la déformation une série de blocs tous pareils, en arrêtant l'opération à différents degrés d'enfoncement du poinçon ou de sortie du jet, on aurait, par le rapprochement des résultats, les *trajectoires* et les *transformées*, ces courbes donnant toute la cinématique du phénomène, et dont jusqu'ici il n'a pas été fait d'épures, même d'après les formules supposées les représenter.

vrage philosophique dénotant des connaissances variées dans les diverses branches des sciences physiques et naturelles, a présenté en 1868, à l'Académie, une suite de Mémoires dont nous nous proposons de rendre compte, et où son esprit spéculatif s'est occupé de la recherche théorique des conditions diverses de l'existence stable d'un système d'atomes agissant suivant diverses lois de répulsion ou d'attraction, fonctions de leurs distances mutuelles (1).

» Pour procéder du simple au composé, il commence par examiner l'effet, sur un point mobile unique, d'un nombre quelconque de points fixes disséminés sur un plan et agissant suivant une loi qui n'existe pas dans la nature, mais dont la considération conduit à des résultats analytiques curieux, propres à éclairer la détermination de ceux qui résulteront d'autres lois moins simples et plus approchées de la réalité.

» Cette première loi hypothétique est celle d'une action en raison inverse de la simple distance des points fixes au point mobile.

» Lorsque cette loi est supposée, il y a un grand avantage, pour déterminer la résultante des actions, à se servir de ces coordonnées symboliques dites *affixes*, employées par Cauchy et par ses disciples, et où une seule lettre z, équivalant analytiquement à $x + y\sqrt{-1}$, détermine la position du point dont les coordonnées rectangles ordinaires seraient x et y.

» Si, du point mobile, on porte sur les prolongements de ses lignes de jonction avec les points fixes dont le nombre est appelé p, des longueurs proportionnelles aux répulsions qu'il en éprouve, les extrémités forment un ensemble de points fictifs tels, que le produit des distances du point mobile à chacun d'eux et au point fixe réel correspondant, donne, en divisant par la masse de celui-ci, une quantité constante. Un point fictif analogue peut être assigné pour la résultante. M. Lucas donne, pour avoir sa situation, une formule remarquable que nous croyons devoir rapporter. Si ρ représente la coordonnée symbolique de ce point, z celle du point mobile, z_n celle de celui des p points fixes réels $z_1, z_2, z_3, \ldots$ dont la masse est m_n, enfin Σ une somme relative à tous les points fixes, il trouve

$$\frac{1}{z-\rho} = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{m_n}{z-z_n}; \quad \text{ou} \quad = \frac{\varphi(z)}{f(z)},$$

si $f(z)$ est le produit des p binômes $z - z_n$ et si $\varphi(z)$ est une certaine fonc-

(1) Il a présenté depuis, dans la séance du 7 juin 1869, une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXVIII, p. 1313), où il envisage le sujet à un autre point de vue, et dont nous n'avons pas à nous occuper aujourd'hui.

tion du degré $p-1$ contenant à la fois les coordonnées et les masses des points fixes. Il appelle pour cette raison $\varphi(z)$ la fonction des masses, tandis que $f(z)=(z-z_1)(z-z_2)\ldots(z-z_p)$ est dite la *fonction des points*.

» La fonction $\varphi(z)$ des masses, en vertu d'un théorème d'algèbre connu, est égale à la dérivée $f'(z)$ de la fonction des points, si toutes les masses sont égales à l'unité.

» Pour l'équilibre du point mobile il faut que ρ soit infini, c'est-à-dire que la fonction $\varphi(z)$ soit nulle. On en conclut qu'il y a $p-1$ positions d'équilibre, déterminées par les racines tant réelles qu'imaginaires de l'équation $\varphi(z)=0$; résultat curieux auquel il n'aurait guère été possible d'arriver sans cette analyse symbolique.

» Maintenant l'auteur prend pour origine des coordonnées l'une de ces situations d'équilibre du point mobile, et il le suppose transporté de là dans une situation infiniment voisine. Si ε représente alors sa coordonnée symbolique infiniment petite, ou le déplacement qu'il a éprouvé en grandeur et en direction, l'équation qu'on a donnée tout à l'heure devient, la fonction φ étant d'abord supposée n'avoir pas sa dérivée première nulle pour la valeur zéro de sa variable,

$$\frac{1}{\rho}=-\varepsilon\frac{\varphi'(0)}{f(0)},$$

expression donnant toujours pour ρ la coordonnée symbolique du point fictif, d'une masse égale à l'unité, dont l'action remplacerait celle de tout le système.

» Si ce point fictif se trouve, avec l'origine actuelle des coordonnées et avec le point mobile déplacé, sur une même ligne droite, le point mobile abandonné à lui-même reviendra dans la situation d'équilibre ou s'en écartera, selon que le point mobile et le point fictif auront été d'un même côté de l'origine ou de part et d'autre de celle-ci. Il existe toujours deux droites rectangulaires satisfaisant, l'une à la première de ces deux conditions, l'autre à la seconde. C'est ce que l'auteur appelle l'*axe de stabilité* et l'*axe d'instabilité*.

» Si le point mobile infiniment peu écarté de l'origine, c'est-à-dire de la situation d'équilibre, l'a été dans toute autre direction que celle des deux axes, le mouvement qu'il prend est composé de deux autres : l'un périodique, représenté par une fonction circulaire, l'autre d'écart indéfini représenté par une fonction exponentielle réelle. Il décrit donc une sorte de sinusoïde dont les spires sont infiniment petites, mais sans cesse croissantes à partir du point de départ.

» D'où il suit que l'équilibre n'est stable qu'autant qu'un petit écart a lieu *rigoureusement* dans la ligne dite *axe de stabilité*. Cela revient à dire qu'un équilibre stable n'a qu'une probabilité nulle, ou est impossible, dans le système où la répulsion (et de même l'attraction si l'on en avait une) suit la loi supposée, et où la dérivée première $\varphi'(0)$ de la fonction dite *des masses* n'est point nulle.

» Telle est la conclusion assez remarquable du premier Mémoire.

» Le deuxième Mémoire considère des cas d'équilibre fort curieux, savoir : ceux dans lesquels une ou plusieurs des dérivées successives de la fonction $\varphi(z)$ des masses s'annulent en même temps que $\varphi(z)$, c'est-à-dire pour une valeur particulière de z qui soit une des valeurs donnant une position d'équilibre.

» Alors, si $n-1$ dérivées s'annulent, on a ce que l'auteur appelle un équilibre de $n^{ième}$ *ordre;* et l'équation ci-dessus, en faisant toujours pour plus de simplicité $z=0$, ou en prenant la situation d'équilibre pour origine, est remplacée par

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{\varphi^{(n)}(0)}{f(0)}\frac{\varepsilon^n}{1.2.3\ldots n}.$$

» L'auteur montre qu'il y a, passant par l'origine, $n+1$ directions de stabilité, divisant le plan en $n+1$ angles égaux, et $n+1$ directions d'instabilité bissectrices de ces angles. Ces dernières directions ne sont autre chose que les prolongements des premières lorsque n est pair.

» Comme exemple de cet équilibre de l'ordre n, on peut citer le cas où les points fixes, de masses toutes égales, occupent les sommets d'un polygone régulier de n côtés. Alors l'équation $\varphi(z)=0$ donnant les situations d'équilibre a ses n racines toutes égales, en sorte que la situation d'équilibre est unique et se trouve au centre du polygone. Les directions de stabilité sont suivant les rayons du polygone, et celles d'instabilité suivant les apothèmes.

» L'analyse pure donne, comme on sait, des résultats analogues dans un certain nombre de questions, par exemple dans celle des formes courbes représentées en coordonnées polaires ρ et θ par l'équation $\rho^n \cos n\theta = a^n$, où a est une constante et n un nombre entier positif ou négatif.

» Dans le cas singulier que nous considérons, il est remarquable que si le mobile est infiniment peu écarté de sa situation d'équilibre dans une direction qui ne soit pas une des $2n+2$ principales dont on vient de parler, puis abandonné à lui-même, il décrira une trajectoire n'ayant pas de branche infinie, en sorte que le rayon vecteur infiniment petit de celle-ci a

un maximum, ou varie entre certaines limites; ce qui est bien différent, comme on voit, de ce qui a lieu dans le cas du premier Mémoire, où $\varphi'(o)$ n'est point nul.

» Mais alors, l'action résultante du système, pour un déplacement infiniment petit ε d'un point hors de la situation d'équilibre, n'a qu'une intensité proportionnelle à la $n^{ième}$ puissance de cette quantité infiniment petite; en sorte que les mouvements ont, pour ainsi parler, une lenteur d'ordre supérieur; ce qui revient à dire que l'équilibre est indifférent. Et l'indifférence augmente avec le nombre n, qui sera, par exemple, celui des sommets de polygone régulier supposés occupés par les points fixes répulsifs.

» Telle est la conclusion principale et fort curieuse du second Mémoire, dont les résultats, pour être obtenus, ont exigé une analyse délicate et d'un genre paraissant souvent nouveau.

» Le troisième Mémoire contient des choses non moins singulières.

» L'auteur y range ses points fixes suivant un des réseaux de Bravais, à savoir : aux intersections de deux systèmes de droites parallèles équidistantes, appelées par lui, pour les distinguer, *rangées* et *files*, qui divisent le plan en mailles parallélogrammiques égales, et il suppose à tous ces points la même masse.

» Si $z = x + y\sqrt{-1}$ est toujours la coordonnée symbolique d'un point quelconque du plan par rapport à deux axes rectangulaires des x et des y ayant leur origine à l'un des *nœuds* du réseau, et si ω est, pour la rangée passant par cette origine, la différence des coordonnées symboliques z de deux points consécutifs, les situations de tous les points de cette rangée sont représentées évidemment par l'équation

$$\sin\frac{\pi z}{\omega} = 0;$$

ou, ces situations ont pour leurs z toutes ses racines positives et négatives.

» Si α est, de même, la différence des coordonnées consécutives z d'une *file*, l'équation donnant tous les nœuds de la rangée qui passe par le point dont la coordonnée est $n\alpha$ sur la file tirée de l'origine sera

$$\sin\frac{\pi(z + n\alpha)}{\omega} = 0.$$

Tous les nœuds du réseau plan indéfiniment étendu dans le sens des rangées, mais avec des files dont la longueur est limitée entre

$$n = -N \quad \text{et} \quad n = N$$

(en sorte qu'il n'y ait que $2N+1$ rangées indéfinies, et un nombre infini de files d'une longueur limitée), seront donnés par une équation produit des équations semblables relatives à toutes les valeurs du nombre entier n, ainsi bornées. Ces équations peuvent être, avant leur multiplication, divisées chacune par un dénominateur constant arbitraire, propre à rendre le produit convergent. L'auteur prend $\sin \frac{n\pi\alpha}{\omega}$ pour ce diviseur, ce qui lui donne, $\prod$ désignant un produit de facteurs de même nom, l'équation suivante pour celle dont les racines z fixent les positions des nœuds du réseau (on a dû mettre hors du signe le facteur répondant à $n=0$) :

$$\sin\frac{\pi z}{\omega}\prod_{n=1}^{n=N}\frac{\sin\frac{\pi(z+n\alpha)}{\omega}}{\sin\frac{n\pi\alpha}{\omega}}\,\frac{\sin\frac{\pi(z-n\alpha)}{\omega}}{\sin\frac{n\pi\alpha}{\omega}}=0.$$

Elle est facilement transformable en

$$F(z)=0, \text{ si l'on fait } \sin\frac{\pi z}{\omega}\prod_{n=1}^{n=N}\left(\frac{\sin^2\frac{\pi z}{\omega}}{\sin^2\frac{n\pi\alpha}{\omega}}-1\right)=F(z).$$

» Or, lorsque le nombre N (moitié de celui des rangées moins une) est supposé infini, $F(z)$ est une fonction dont les propriétés ont été étudiées par Abel et par Jacobi (*). Comme elle donne, égalée à zéro, une équation dont les racines fournissent les situations de tous les points fixes supposés répulsifs d'un point mobile choisi quelconque, cette fonction $F(z)$ n'est autre chose, pour la question présente, que la *fonction de points* $f(z)$ ci-dessus du premier Mémoire, en sorte qu'on a, vu que toutes les masses sont égales, ρ étant toujours la coordonnée symbolique d'un point fictif de masse $=1$ exerçant à lui seul l'action résultante de tous les points fixés sur un point mobile dont z est la coordonnée symbolique,

$$\frac{1}{z-\rho}=\Theta(z), \text{ si l'on fait } \frac{F'(z)}{F(z)}=\Theta(z).$$

» Mais, d'après les propriétés connues de $F(z)$, dont on déduit facilement celles de $F'(z)$, il est aisé de reconnaître, à leur quotient $\Theta(z)$, les

(*) On peut consulter le lumineux Traité de MM. Briot et Bouquet sur les fonctions doublement périodiques, n° 131, p. 148 et suivantes.

propriétés analogues suivantes :

$\Theta(-z) = -\Theta(z)$ c'est-à-dire que Θ est impair;

$\Theta(z+\omega) = \Theta(z)$, c'est-à-dire que Θ est périodique à période ω;

$\Theta(z+\alpha) = \Theta(z) - \frac{2\pi\sqrt{-1}}{\omega}$, en sorte qu'il n'est pas périodique à période α.

» La résultante, dont la grandeur et la direction sont données par ρ, des actions des points fixes du système sur le point mobile, redevient, d'après la deuxième propriété de Θ, périodiquement la même quand le point mobile avance ou recule parallèlement aux rangées de manière à occuper les mêmes situations dans les mailles du réseau; et il n'en est pas de même, d'après la troisième propriété, si l'on fait cheminer le point mobile parallèlement aux *files*.

» Or si l'on avait pris les files pour les rangées, et réciproquement, ce dont on était le maître, la périodicité eût eu lieu en α et non pas en ω, c'est-à-dire en faisant éprouver au point mobile le cheminement indiqué le second tout à l'heure, et non celui qui a été indiqué le premier.

» Mais là ne se borne pas la contradiction ou l'impossibilité.

» Bravais a démontré, et il est on ne peut plus facile de voir, que tout système de points comme celui que nous considérons *appartient à une infinité de réseaux*, dont les rangées ou les files sont les diagonales, soit des parallélogrammes élémentaires du premier, soit de parallélogrammes composés de deux, trois, quatre, cinq, etc., de ceux-ci considérés bout à bout. Ces rangées ou ces files ont à peu près toutes les directions possibles, sans qu'aucun nœud soit délaissé, ni aucun nouveau nœud introduit, en sorte qu'ils restent en pareil nombre, et sans même que les aires des mailles soient changées.

» Il en résulterait que la fonction $\Theta(z)$ ne serait pas périodique en ω seul, elle serait périodique à une infinité de périodes, et non périodique à d'autres périodes, par rapport auxquelles on la fait devenir périodique rien qu'en la composant par un calcul inverse, ou en permutant les files et les rangées.

» Ces absurdités ou ces contradictions sont des conséquences inévitables de ce qu'on a supposé infini le nombre N des rangées comme celui des files, ou, ce qui revient au même, de ce qu'on a supposé les files infiniment longues, comme les rangées.

» Quelque chose de semblable se présente, comme on sait, dans la théorie des intégrales doubles à limites infinies, et dans celle des fonctions

doublement périodiques. L'infini en deux sens attribue à une foule de formules, quand on l'y introduit, des valeurs différentes suivant la manière dont on fait varier les quantités qui sont portées à des valeurs infinies, en sorte que l'infini supposé en deux sens amène l'indétermination.

» On voit qu'avec un réseau de points ou de centres répulsifs ou attractifs, infini dans deux sens, la répulsion ou attraction résultante sur un point mobile est quelque chose d'indéterminé, qu'on ne peut exprimer analytiquement sans être conduit à des résultats qui se contredisent.

» Sans analyse, ou *à priori*, l'on peut s'en rendre compte jusqu'à un certain point. En effet, dans un réseau tel que nous le considérons, il y a autant de sommets de mailles, et aussi de centres de mailles, qu'il y a de mailles. Mais quant à des milieux de côtés des mailles, il y en a deux fois plus. Or chaque centre de maille est un centre de figure de tout le réseau, et est par conséquent une situation d'équilibre du point mobile attiré ou repoussé par les sommets. Il en est de même de chaque milieu de côté. L'on voit ainsi qu'il y aurait trois fois plus de situations d'équilibre qu'il y a de points fixes répulsifs ou attractifs; ce qui est en contradiction avec ce qui a été démontré au premier Mémoire, à savoir que : pour p points fixes, il n'y a que $p-1$ situations d'équilibre du point mobile, lorsque la loi d'action est bien ce que nous supposons ici.

» Un nombre de points infini en deux sens, sur un plan, est donc une sorte d'impossibilité tout au moins physique, c'est-à-dire en tant que l'on doue les points de cette existence qui a pour caractère les actions exercées.

» Ce n'est pas le seul cas où l'admission d'une infinité de choses ayant une réalité objective, dans un espace même fini, mène à des résultats contraires à tout ce que la nature nous montre, ou incompatibles avec la grande loi explicative des faits, savoir : celle des actions mutuelles fonctions des distances. Ainsi, Poisson et Cauchy ont montré, dans leurs premières recherches de mécanique moléculaire (1828), que si ces *sommes* de composantes d'actions mutuelles de points matériels qu'on appelle des *pressions* ou *forces élastiques* s'exerçant à travers une petite face, sont *converties en intégrales*, l'on a des pressions dont les composantes normales ne varient que comme les carrés des densités des corps comprimés ou dilatés, et dont les composantes tangentielles sont toutes nulles; conséquemment plus de solidité, rien que des fluides, et des fluides sans frottement, sans action latérale, plus subtils par conséquent que les gaz et que l'éther lui-même, car ils ne pourraient transmettre les vibrations transversales qui produisent la

lumière. Leurs petits amas s'étendraient même indéfiniment comme des espèces d'atmosphères (*).

» Dans le quatrième Mémoire, M. Lucas abandonnant toute hypothèse particulière sur la relation entre l'action atomique et la distance, admet qu'elle est représentée par une fonction continue *quelconque* de celle-ci. Il considère toujours, sur un plan, des points fixes en nombre fini agissant sur un point mobile unique. Il les rapporte à des coordonnées rectangles ordinaires.

» Après avoir déterminé les conditions d'équilibre du point mobile, et transporté l'origine dans une de ses positions d'équilibre, il l'en écarte infiniment peu et cherche la trajectoire qu'il décrira si ensuite on l'abandonne à l'action des points fixes. Il y a deux axes principaux, rectangulaires, suivant lesquels l'écart donne lieu à un mouvement suivant ces axes mêmes. Ce mouvement le ramènera à sa situation d'équilibre ou l'en écartera suivant le signe de deux certaines quantités P, Q qui reviennent aux dérivées partielles, par rapport aux deux coordonnées, des sommes de composantes des actions, suivant leurs directions respectives. Si ces deux quantités sont égales et de signe contraire, on a le mouvement considéré dans le premier Mémoire, car alors l'action doit être en raison inverse de la simple distance. Si elles sont toutes deux négatives, les mouvements déterminés par un petit écart quelconque sont, en projection sur les deux axes, périodiques l'un et l'autre; mais le mouvement composé n'est pas pour cela vibratoire; on ne fait pas repasser le mobile par les mêmes points si $\sqrt{\frac{P}{Q}}$ est incommensurable, car alors la trajectoire a une infinité de spires non superposables, renfermées dans un petit rectangle. Il devient vibratoire évidemment si $P = Q$, ou si les périodes dans les deux sens sont égales; mais cela ne répond qu'au cas idéal où l'action serait en raison *directe* de la simple distance.

» Enfin, au cinquième Mémoire, l'auteur, quittant la distribution sur un seul plan, considère un système quelconque d'atomes fixés dans l'espace, agissant sur un atome mobile unique suivant une loi quelconque de relation avec la distance.

(*) On peut voir un Mémoire sur la question de savoir s'il existe des masses continues, et sur la nature probable des dernières particules des corps, au *Bulletin de la Société Philomathique* pour 1844.

» En composant le potentiel de toutes les actions exercées, ses dérivées par rapport aux trois coordonnées rectangles donnent les sommes de ces actions dans les sens respectifs de ces coordonnées. Supposons qu'en plaçant le mobile dans une des situations où il y a nullité de ces trois dérivées, c'est-à-dire équilibre, on l'en écarte ensuite infiniment peu, et puis qu'on l'abandonne à lui-même ou plutôt à l'action qu'exercent sur lui les points fixes du système. Les trois composantes de cette action totale sont égales aux sommes des produits des trois projections du petit déplacement sur les coordonnées, par neuf paramètres se réduisant à six distincts, en vertu de trois égalités deux à deux entre eux.

» L'auteur démontre que les axes peuvent être choisis de manière que les trois paramètres doubles s'annulent, ce qui est une propriété analogue à celles des pressions dans un corps quelconque, ou à celles des actions intérieures envisagées par Fresnel. Alors les trois composantes sont représentées par des monômes, produits des trois autres paramètres par les déplacements dans leurs sens. En les remplaçant par les dérivées secondes des mêmes déplacements, prises par rapport au temps, l'intégration donne l'égalité des déplacements, au bout d'un temps quelconque, aux déplacements initiaux de même sens, multipliés respectivement par les cosinus des produits du temps et des racines carrées des trois paramètres pris en signe contraire. Si ces paramètres sont tous trois négatifs, l'on a un mouvement *limité* dont les projections sur les axes sont des quantités périodiques, mais qui n'est vibratoire que si les trois périodes sont les mêmes, ou au moins commensurables entre elles.

» Si un ou deux de ces paramètres, ou tous trois, ont le signe +, le mouvement n'est pas limité.

» On trouve de cette manière que quand l'action atomique varie suivant une puissance positive quelconque de la distance, l'équilibre du mobile est stable ou instable suivant que cette action est attractive ou répulsive.

» Si l'action, supposée répulsive, varie suivant une puissance négative, ou, ce qui revient au même, inversement à une puissance positive, et, si cette puissance est égale ou inférieure à 2, l'équilibre est instable. Il est encore instable si l'action supposée attractive s'exerce suivant la loi newtonienne de l'inverse du carré, ou suivant une loi où la puissance de l'inverse serait supérieure à 2.

» Le mouvement n'est oscillatoire, ou la trajectoire limitée ne repasse par les mêmes traces, que dans le cas idéal où l'action est attractive et proportionnelle à la simple distance.

» Mais ces conclusions supposent essentiellement que le nombre des points du système est fini. Elles ne sont point applicables à un nombre infini en tous sens; car les conclusions du quatrième Mémoire, relatives à un réseau plan où les actions étaient inverses des distances, peuvent être facilement étendues, dit l'auteur, à un système réticulaire dans l'espace, formé de cellules parallélépipèdes égales, dont les sommets ou nœuds sont supposés être des points matériels fixes, agissant par un point mobile proportionnellement à des fonctions quelconques des distances.

» En effet, dit M. Lucas, soient N le nombre des nœuds d'une rangée, N′ le nombre des rangées d'un des réseaux plans, et N″ le nombre des réseaux du système réticulaire total. La totalité des nœuds sera NN′N″, produit qui, si N, N′, N″ croissent jusqu'à l'infini, donne un infini du troisième ordre; nombre infini qui, malgré cet ordre supérieur, serait toujours contenu dans la suite, infiniment prolongée, des nombres successifs de l'un des infinis du premier ordre N, N′, N″. On n'imaginerait donc pas un système réticulaire infini d'atomes sans arriver à d'inadmissibles conséquences analytiques, qui se traduiraient dynamiquement ou statiquement par une indétermination de l'action résultante exercée sur un atome mobile unique.

» *Conclusions.* — L'auteur termine par ces considérations générales ses cinq Mémoires. Vos Commissaires pensent, qu'à les considérer au point de vue analytique, ils offrent des résultats exactement et ingénieusement déduits, en grande partie neufs, quoique ayant des analogues dans quelques sujets déjà traités, et offrent, sur une des matières les plus dignes d'attirer aujourd'hui l'attention des géomètres-physiciens, des études intéressantes et même utiles comme introduction à d'autres. Ils vous proposent de remercier M. Lucas de ses communications, et de l'encourager à continuer ses recherches, surtout s'il arrive à rapprocher ses hypothèses des lois régissant le monde physique réel, et à donner des explications mathématiques de faits que révèle l'observation. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

M. Zaliwski donne lecture d'une Note relative à une pile à trois liquides, qu'il considère comme supérieure à la pile de Bunsen. L'élément de pile est formé de deux vases poreux, placés l'un dans l'autre et contenus dans

un vase extérieur. Le vase poreux interne contient de l'acide nitrique et une lame de charbon; le vase intermédiaire contient de l'acide sulfurique; le vase externe contient une solution de chlorhydrate d'ammoniaque et une lame de zinc.

(Commissaires : MM. Becquerel, Edm. Becquerel, Fizeau.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur les images accidentelles des objets blancs; par* M. J.-M. Seguin. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie fait suite à des recherches dont le résumé a été publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. XLI, p. 413). Je me suis abstenu pendant longtemps de les continuer, parce que le phénomène des couleurs accidentelles correspondantes à des objets blancs est assez complexe pour faire craindre l'influence des dispositions personnelles sur les résultats de l'observation, et que l'accord de plusieurs observateurs est indispensable pour faire foi en ces matières. J'ai trouvé la preuve de cet accord, et par suite un motif de confiance, dans le *Traité d'optique physiologique* de M. Helmholtz, où mes premières expériences sont citées comme exactes et comme conformes à celles de l'auteur et à celles de M. Fechner.

» La théorie des images accidentelles est encore hypothétique. M. Helmholtz l'établit, avec l'autorité incomparable qui lui appartient, sur ces deux considérations, que la rétine se fatigue comme les autres nerfs, et qu'une même couleur est capable d'ébranler des nerfs de plusieurs sortes. Cette théorie ne s'applique pas sans difficulté aux phases colorées qui caractérisent les images accidentelles des objets blancs; et je pense qu'il conviendrait d'y joindre l'idée d'une différence marquée entre les mouvements qui produisent soit la vision directe, soit l'image positive, et ceux d'où provient l'image négative. Quelle que soit la valeur de cette idée, j'ai fait, en la suivant, une nouvelle analyse des phénomènes de coloration subjective, provoqués par les objets blancs.

» Les phases de l'image positive sont les suivantes :

Vert-jaune, bleu, rouge-violet

Cette série comprend le jaune de plus que la série indiquée par le *Traité d'optique physiologique*.

» Pour l'image négative, on n'a cité qu'un nombre restreint de phases, avec des divergences dans la dénomination des couleurs. C'est que le phénomène n'a pas dans toutes les expériences son entier développement, et que ses premières phases se confondent souvent avec les dernières de l'image positive. Dans des conditions favorables, les phases se montrent nombreuses, nettement accusées et très-persistantes. J'en distingue deux groupes où les couleurs se succèdent dans le même ordre, savoir :

1er *groupe*........ Rouge-violet, bleu, vert, jaune;
2e *groupe*......... Rouge, violet, bleu, vert, jaune.

Je laisse jointes par un trait-d'union les couleurs qui ne se séparent pas franchement, et dont l'ordre de succession peut sembler douteux. Mais à l'aspect du second groupe, qui est très-net, le doute cesse tant pour le premier groupe négatif que pour les phases positives qui sont, deux à deux, complémentaires des phases négatives. L'orangé fait défaut, se confondant peut-être avec le bleu, qui paraît souvent lavé de blanc ou grisâtre.

» J'ai fait des observations nombreuses sur les modifications que les images éprouvent quand on les projette sur des surfaces blanches plus ou moins éclairées. Par là s'explique la coloration singulière des objets blancs qu'on regarde longtemps avec fixité. La série des couleurs est celle-ci :

Jaune-vert, bleu, violet-rouge.

Grâce à la couleur verte, que M. Fechner n'a pas observée et que j'ai notée plusieurs fois, cette série offre en sens inverse les couleurs complémentaires des phases positives.

» Comme, dans toutes ces phases, l'ordre de succession paraît dépendre de l'intensité lumineuse des couleurs, j'ai essayé de contrôler les résultats précédents par ceux qu'on obtient en observant l'apparition et la disparition des images accidentelles, tant positives que négatives, des différentes régions du spectre. M. Helmholtz a fait des expériences sur ce sujet. Les miennes sont incomplètes; mais les indications déduites des unes et des autres confirment, en plusieurs points, les recherches relatives aux images accidentelles des objets blancs. »

M. Champouillon adresse à l'Académie, par l'intermédiaire de M. Larrey, un Mémoire portant pour titre « De la statistique officielle relative aux propriétés thérapeutiques des eaux minérales de Baréges, d'Amélie-les-Bains, de Vichy et de Bourbonne. »

« Dans ce Mémoire, l'auteur énumère les difficultés qui empêchent

MM. les médecins inspecteurs des établissements thermaux de fournir des données statistiques exactes et complètes sur les résultats définitifs de l'action des eaux minérales. Il montre ensuite comment, au moyen des nombreuses formalités auxquelles sont assujettis tous les militaires destinés à suivre un traitement hydrominéral, il est possible, au contraire, de recueillir des renseignements précis sur les effets immédiats et sur les effets consécutifs des eaux.

» Ces renseignements, en ce qui concerne Baréges, Amélie-les-Bains, Vichy et Bourbonne, ont été mis en ordre par M. Champouillon, et consignés dans une série de tableaux qui font l'objet principal de cette Note. »

(Commissaires : MM. Andral, Ch. Sainte-Claire Deville, Larrey.)

M. E. Combescure adresse, par l'intermédiaire de M. Bertrand, un Mémoire intitulé : « Sur quelques questions que l'on peut rattacher à la théorie des lignes isothermes permanentes ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

M. Lawson Tait adresse deux Notes, écrites en anglais et relatives, l'une à la staphyloraphie, l'autre à l'action de l'hydrate de chloral.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, St. Laugier.)

M. G. Lambert exprime le désir de soumettre à l'appréciation de l'Académie ses idées sur les opérations qu'il conviendrait d'effectuer, pour arriver à une détermination expérimentale de la forme de la Terre.

La Lettre ne contenant que des indications générales et l'énumération des opérations en question, l'Académie attendra que l'auteur lui ait fait parvenir des détails sur la nature de ces opérations elles-mêmes, pour nommer une Commission chargée d'en faire l'examen.

CORRESPONDANCE.

M. Naumann, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie et Géologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever une nouvelle somme sur les reliquats disponibles des fonds Montyon,

pour l'affecter au concours du grand prix relatif à l'application de l'électricité à la thérapeutique.

M. le Président de la Société de géographie informe l'Académie que cette Société tiendra sa deuxième assemblée générale de 1869, le vendredi 18 février, et adresse pour cette séance un certain nombre d'invitations.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de feu *M. J. Civiale*, adressé à l'Académie par son fils *M. Aimé Civiale* et ayant pour titre : « la Lithotritie et la taille ». La publication de cette édition a été surveillée par *M. Guardia*, conformément au vœu exprimé par M. Civiale lui-même.

« M. le Secrétaire perpétuel signale à l'attention de l'Académie, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la « Carte géologique-agronomique du département de la Haute-Vienne », par *M. Mallard*, ingénieur des Mines, professeur de Géologie à l'École des Mineurs de Saint-Étienne. Cette Carte, où les différents terrains sont indiqués par des teintes appliquées dans les ateliers chromo-lithographiques de MM. Auril frères, se compose de quatre feuilles ayant pour base un report sur pierre, exécuté par M. Lemercier, des parties correspondantes de la Carte topographique de la France, au 80000e, levée par les officiers d'État-Major et gravée au Dépôt général de la Guerre. Elle a été publiée en 1869, en vertu de l'autorisation du Conseil général de la Haute-Vienne, sous l'administration de M. A. Demanche, préfet du département.

» M. Mallard a distingué, dans la Haute-Vienne, vingt-deux espèces différentes de masses minérales, dont les rapports de gisement sont exprimés par huit coupes figuratives qui traversent le département en sens divers. La plupart de ces masses minérales appartiennent aux terrains anciens et un grand nombre d'entre elles sont d'origine éruptive. Les roches, de la famille du granit, dont l'auteur distingue sept variétés, y jouent un rôle principal. Les micaschistes et les gneiss, que M. Mallard classe parmi les roches sédimentaires primitives, occupent aussi de grands espaces. Des masses ou des filons de porphyre, de diorite, de serpentine pénètrent les roches précédentes. Des filons quartzeux, remarquables par leur puissance et leur étendue, traversent les leptynites, les gneiss, les schistes. Ces masses minérales si variées, dont l'auteur a tracé les contours avec le plus grand soin, paraissent, au premier abord, former une agglomération assez confuse;

mais en considérant avec attention la carte de M. Mallard, on voit s'y dessiner plusieurs directions très-distinctes.

» Cet habile ingénieur a donné une attention spéciale aux gisements des minerais métalliques et de toutes les substances exploitables. On voit avec intérêt, sur sa Carte, les gîtes stannifères de Vaulry et de Cieux placés sur le contour d'une grande masse de granit à mica blanc, et les gîtes de kaolin, encaissés aux environs de Saint-Yrieix et de Coussac dans une bande de micaschiste comprise entre deux grandes masses de leptynite.

» M. Mallard a justifié le titre d'*agronomique* que porte sa Carte en consacrant une colonne spéciale de la légende à la nature agronomique du terrain qui recouvre habituellement chaque espèce de roche. Cette légende, qui est fort étendue, présente un tableau très-détaillé de la pétrographie de la Haute-Vienne, et l'auteur n'aura qu'à la développer pour donner une description géologique complète du département à l'étude duquel il a consacré si utilement plusieurss années de travail. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle combinaison des 27 droites d'une surface du troisième ordre; par* **M. C. Jordan.**

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 12 avril 1869), nous avons montré que l'équation X, dont dépend la trisection des périodes dans les fonctions abéliennes à quatre périodes, a deux réduites Y et Z respectivement analogues à l'équation aux 45 triangles et à celle aux 27 droites des surfaces du troisième ordre. Pour faciliter la comparaison ultérieure de ces deux problèmes, en apparence si différents, il peut être utile de rechercher réciproquement quelle est la combinaison des 27 droites (ou des 45 triangles) qui, prise pour inconnue, dépendra d'une équation analogue à celle qui donne la division d'une fonction abélienne.

» Soient, comme à l'endroit cité, $(x y \ x_1 y_1)$ les racines de X, et soit f une fonction symétrique des deux racines (1000), (2000). Elle dépend, comme on sait, d'une équation du quarantième degré, après laquelle on n'aura plus à résoudre qu'une équation du second degré pour obtenir les racines de X. Les substitutions du groupe de X qui laissent f invariable se réduisent aux suivantes :

$$(A) \qquad \begin{vmatrix} x, y & ax + cy + a'x_1 + c'y_1, & dy \\ x_1, y_1 & c'y + d_1 x_1 + c_1 y_1, & d'y + b'_1 x_1 + d'_1 y_1 \end{vmatrix},$$

formant le quarantième du nombre total, et, transformant les unes dans les

autres les substitutions de la forme

(B) $\quad | x, y, x_1, y_1 \quad x + cy, y, x_1, y_1 |$.

» Elles permuteront donc exclusivement entre elles les neuf fonctions 1, 2, 3, 10, 11, 18, 19, 26, 27, que les substitutions (B) n'altèrent pas. Soit donc φ une fonction symétrique des neuf fonctions ci-dessus; elle sera une fonction rationnelle de f. Réciproquement f sera une fonction rationnelle de φ; car s'il en était autrement, le groupe (C), formé par celles des substitutions du groupe de X qui n'altèrent pas φ, étant plus général que (A), aurait pour ordre un multiple de celui de (A), et, par suite, le degré de l'équation dont dépend φ se réduirait à un diviseur de 40, résultat absurde, les équations Y et Z n'ayant aucune réduite de degré inférieur à 27. Donc f sera elle-même une fonction symétrique de 1, 2, 3, 10, 11, 18, 19, 26, 27.

» Cela posé, désignons par 1, 2, 3,..., 45 les triangles d'une surface du troisième ordre; par $(\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon)$ la droite qui figure dans les cinq triangles α, β, γ, δ, ε; soient, comme à l'endroit cité,

$$(1, 37, 34, 41, 45), \ldots, (11, 38, 23, 29, 6)$$

les 27 droites On vérifiera aisément que l'*ennéaèdre* formé par les triangles 1, 2, 3, 10, 11, 18, 19, 26, 27 jouit des propriétés suivantes :

» 1° Ces triangles n'ont aucune droite commune;

» 2° Soient a, b deux quelconques d'entre eux; le triangle c qui, combiné avec a et b, forme un *trièdre* (défini à la façon de Steiner), fera lui-même partie de l'ennéaèdre.

» Il résulte évidemment de ces propriétés que, l'ennéaèdre étant supposé connu, les neuf triangles dans lesquels il se décompose ne dépendront plus que d'une équation hessienne (on verra aisément qu'il faudra encore résoudre une équation du troisième degré, à discriminant carré, pour obtenir les 27 droites).

» On peut s'assurer comme il suit que ces propriétés suffisent à caractériser complétement nos ennéaèdres.

» Soient T_1, T_2 deux triangles quelconques n'ayant aucune droite commune, T_3 celui qui forme un trièdre avec ces deux-là, T_4 un triangle qui n'ait aucune droite commune avec les trois précédents, T_5 celui qui complète le trièdre T_1, T_4. Il existera quatre triangles seulement, T_6, T_7, T_8, T_9 n'ayant aucune droite commune avec les précédents. Le nombre des systemes de 9 triangles tels que $T_1, \ldots, T_9$ est égal à $45.32.12$, car on peut

choisir T_1 de 45 manières, puis T_2 de 32 manières, et enfin T_3 de 12 manières.

» Or tout ennéaèdre jouissant des deux propriétés ci-dessus énoncées se trouvera 9.8.6 fois répété dans la suite des systèmes ainsi obtenus : car on l'obtiendra en prenant pour T_1 l'un quelconque des 9 triangles de l'ennéaèdre, pour T_2 l'un des 8 triangles restants, et enfin pour T_3 l'un des 6 triangles restants qui ne font pas un trièdre avec T_1 et T_2. Le nombre total des ennéaèdres jouissant des propriétés voulues ne peut donc dépasser $\frac{45.32.12}{9.8.6} = 40$.

» La réduite du quarantième degré qui a pour racines nos ennéaèdres ne doit point être confondue avec l'équation du même degré qui a pour racines les termes de doubles trièdres de Steiner ; ces deux équations n'ont pas le même groupe. Elles ont cependant entre elles une affinité assez étroite : car en supposant respectivement une de leurs racines connue, les autres sont déterminées par deux équations du trente-neuvième degré, lesquelles auront le même groupe (*). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier et une fonction modulaire.* Note de M. **Pellet**, présentée par M. Serret.

« Soit i une racine d'une congruence irréductible de degré ν et à coefficients rationnels.

» **1.** Le nombre des polynômes entiers, à coefficients fonctions rationnelles de i, irréductibles et de degré ν_1, est

$$\frac{p^{\nu\nu_1} - \sum p^{\nu\frac{\nu_1}{q_1}} + \sum p^{\nu\frac{\nu_1}{q_1 q_2}} - \ldots + (-1)^m p^{\nu\frac{\nu_1}{q_1 q_2 \ldots q_m}}}{\nu_1},$$

p étant le module premier et $q_1, q_2, q_3, \ldots, q_m$ les facteurs premiers de ν_1. Parmi elles, il y en a $\frac{\varphi(n)}{\nu_1}$ qui appartiennent à l'exposant n, diviseur propre de $(p^\nu)^{\nu_1} - 1$.

» **2.** Tout polynôme, à coefficients réels, irréductible (module p) et de degré μ, se décompose en un produit de δ facteurs irréductibles, à coef-

(*) Cette Note était déjà remise lorsque M. Cremona nous a communiqué les résultats auxquels il est parvenu de son côté, et qui concordent parfaitement avec les précédents, et avec ceux de M. Clebsch.

ficients fonctions rationnelles de i, tous de degré $\frac{\mu}{\delta}$, δ étant le plus grand commun diviseur de μ et de ν. Et si

$$x^{\frac{\mu}{\delta}} + A_1 x^{\frac{\mu}{\delta}-1} + A_2 x^{\frac{\mu}{\delta}-2} + \ldots$$

désigne l'un deux, les autres seront

$$x^{\frac{\mu}{\delta}} + A_1^p x^{\frac{\mu}{\delta}-1} + A_2^p x^{\frac{\mu}{\delta}-2} + \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$x^{\frac{\mu}{\delta}} + A_1^{p^{\delta-1}} x^{\frac{\mu}{\delta}-1} + A_2^{p^{\delta-1}} x^{\frac{\mu}{\delta}-2} + \ldots.$$

» 3. Si, dans une fonction irréductible, à coefficients fonctions rationnelles de i, de degré ν_1 et d'exposant n, on remplace x par x^λ, λ ne renfermant que des facteurs premiers contenus dans n, le polynôme obtenu sera décomposable en $\frac{D 2^{k-1}}{n}$ fonctions irréductibles, d'exposant λn de degré $\frac{\lambda n \nu_1}{D 2^{k-1}}$, D étant le plus grand commun diviseur des nombres λn et $p^{\nu\nu_1} - 1$, et 2^{k-1} la plus haute puissance de 2 qui divise à la fois les numérateurs des fractions $\frac{p^{\nu\nu_1}+1}{2}$ et $\frac{\lambda n}{2D}$, réduites à leur plus simple expression.

» 4. Soit g une fonction rationnelle de i, et m le nombre des valeurs distinctes comprises dans la suite

$$g, \quad g^p, \quad g^{p^2}, \ldots$$

» Si aucun des deux nombres $g + g^p + \ldots + g^{p^{m-1}}$, et $\frac{\nu}{m}$ n'est congru à 0 (module p), la fonction

$$x^p - x - g$$

est irréductible; dans le cas contraire, elle se décompose en facteurs du premier degré.

» 5. De ce dernier théorème, il résulte que, si l'on remplace x par $x^p - x$ dans un polynôme à coefficients rationnels, irréductible (module p) et de degré quelconque μ, on obtient une nouvelle fonction irréductible, pourvu que le terme de degré $\mu - 1$ ne soit pas congru à 0, dans le polynôme primitif; qu'en particulier, $\frac{(x^p - x)^n - 1}{x^p - x - 1}$ est irréductible (module p) et *à fortiori* algébriquement, si p est racine primitive de n, n étant premier.

» 6. Il y a $(p^\nu + 1)(p^\nu - 1)p^\nu$ fonctions linéaires, à coefficients fonctions rationnelles de i; et parmi elles $(p^\nu + 1)(p^\nu - 1)$ d'ordre p; $\frac{(p^\nu+1)p^\nu}{2}\varphi(n)$

d'ordre n, diviseur de $p^\nu - 1$, autre que 1; et $\frac{(p^\nu - 1)p^\nu}{2}\varphi(n)$ d'ordre n, diviseur de $p^\nu + 1$, autre que 1 et 2. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des surfaces*. Note de **M. A. Ribaucour**, présentée par M. Serret.

« Lorsqu'un corps invariable de forme est assujetti à quatre conditions, M. Mannhein a fait voir que, généralement, ses points décrivent des surfaces, et qu'à un instant déterminé, les normales à ces surfaces s'appuient toutes sur deux droites. Dans le cas particulier où ces deux droites se rencontrent toujours, « les lieux de leurs points de rencontre, dans l'espace » et dans le corps, sont deux surfaces applicables l'une sur l'autre ».

» Il résulte de là que, dans l'espace, l'étude de la déformation des surfaces est analogue à l'étude dans le plan du mouvement le plus général d'une figure, et que l'on peut trouver des propriétés de la déformation comme on trouve des propriétés relatives au roulement de la roulette sur la base. En cherchant dans cette voie, j'ai rencontré plusieurs propositions que je réunirai dans un prochain Mémoire. Je demande à l'Académie la permission d'en citer ici quelques-unes :

» J'ai fait voir, dans une Communication à la Société Philomathique, que : « Si des cercles ayant leurs centres sur une courbe (A) sont entraînés » avec leurs centres dans une déformation sans extension de (A), la somme » algébrique des arcs correspondants des deux courbes-enveloppes de ces » cercles est constante ».

» Ce théorème s'étendra à l'espace par les propositions suivantes :

« Si des sphères ayant leurs centres sur une courbe à double cour- » bure (A) sont entraînées avec leurs centres dans une déformation sans » extension de (A), l'aire de la surface-enveloppe reste constante.

» Des sphères ayant leurs centres sur une surface quelconque (A), si » l'on suppose qu'elles soient entraînées avec leurs centres dans une défor- » mation de (A) :

» 1° La somme algébrique des aires correspondantes des deux nappes » de la surface-enveloppe de ces sphères est constante, quelle que soit la » déformation de (A);

» 2° La somme algébrique des valeurs sphériques de ces aires corres- » pondantes est aussi indépendante de la forme de (A) ».

» Ces deux derniers théorèmes sont, comme on le voit, une extension du célèbre théorème de Gauss; en voici une seconde :

» Dans chaque plan tangent d'une surface (A), marquons un point M qui sera déterminé par les coordonnées du point A où le plan tangent touche (A). Par le point M, menons une parallèle à la normale en A à (A). Toutes ces droites remplissant l'espace sont tangentes à deux surfaces (B) et (C), la droite issue de M les touchant en B et C.

» Si l'on suppose que ces droites sont entraînées en même temps que les plans tangents de (A) dans une déformation de cette surface, le produit de MB par MC reste invariable.

» On peut, de ce théorème, déduire celui sur les enveloppes de sphères à l'aide de la théorie des pinceaux de droites inaugurée par Kummer.

» Je m'étendrai plus longuement sur une dernière proposition générale :

« Des courbes sont tracées dans les plans tangents d'une surface (A).
» Si elles sont normales à une famille de surfaces, elles jouissent toujours
» de cette propriété, quelle que soit la forme de (A) ».

» Supposons que ces courbes soient des cercles. J'ai énoncé à la Société Philomathique cet autre théorème :

« Si des cercles sont normaux à trois surfaces, ils le sont à une famille
» de surfaces faisant partie d'un système triplement orthogonal ».

» Il en résulte une classe de systèmes triples orthogonaux que je proposerai d'appeler *systèmes cycliques*, intimement liée a la déformation des surfaces.

» Étant donnée une surface (A), on peut se proposer de chercher tous les systèmes cycliques qui en dérivent; le ds^2 de cette surface étant mis sous la forme

$$ds^2 = \lambda^2 . dx\, dy,$$

on est conduit à l'équation du second ordre

$$(1) \quad \left(\frac{s}{\lambda^2} - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{d}{dx}\left(\frac{p}{\lambda^2}\right)\frac{d}{dy}\left(\frac{q}{\lambda^2}\right) - \left[\left(\frac{p}{\lambda^2}\right)^2 + \left(\frac{q}{\lambda^2}\right)^2 - \frac{2Z}{\lambda^2}\right]\frac{d^2.\log\lambda}{dx\, dy} = 0,$$

où p, q, s sont les dérivées de Z par rapport à x et y; Z étant d'ailleurs une fonction qui suffit à déterminer le cercle relatif à chaque plan tangent de (A).

» Il résulte de ceci que l'intégrale générale des *systèmes cycliques* correspondant à une surface (A) contient quatre fonctions arbitraires : deux résultant de l'équation (1), et deux relatives à la forme de (A). L'équation (1) s'intègre immédiatement lorsque (A) est développable. Je mentionnerai, parmi les *systèmes cycliques*, celui qui correspond à des cercles de rayon constant. Dans ce cas, « les surfaces trajectoires de ces cercles sont toutes

» applicables sur la surface (A), qui, elle-même, est applicable sur la surface
» de révolution qui a pour méridienne la tractrice. Le rayon des cercles
» est égal à la courbure de (A). »

» Si l'on considère le Z de l'équation (1) comme le carré du rayon d'une sphère ayant son centre au point xy, l'équation (1) exprime que *la somme algébrique des aires correspondantes des deux nappes de l'enveloppe de ces sphères est toujours nulle.*

» Les lignes qui, sur la surface (A), correspondent aux lignes de courbure des surfaces trajectoires des cercles forment un réseau conjugué; dans le cas où les rayons sont constants, ce réseau n'est autre que celui des lignes de courbure de (A).

» Comme on ne sait pas généralement intégrer l'équation (1), la recherche des systèmes cycliques paraît très-compliquée, mais on peut l'aborder autrement. J'ai trouvé, en effet, que :

« Si des sphères ont leurs cordes de contact normales à des surfaces,
» les cercles passant par les centres de ces sphères et leurs points de con-
» tact avec leurs surfaces enveloppes sont normaux à une infinité de sur-
» faces faisant partie d'un système cyclique ».

» Mais comme l'on peut ajouter une constante au carré des rayons des sphères enveloppées sans que les cordes de contact changent, il en résulte que l'on a un système cyclique contenant une constante arbitraire. Je citerai encore ce théorème :

« Si des surfaces font partie d'un système orthogonal, les cercles oscula-
» teurs de leurs trajectoires orthogonales correspondant à tous les points
» d'une de ces surfaces sont normaux à une famille de surfaces apparte-
» nant à un système cyclique. »

» Il résulte d'une Communication que j'ai faite antérieurement à l'Académie que, pour trouver tous les systèmes cycliques dont une surface (A) fait partie, il faut savoir intégrer sur cette surface l'équation linéaire

$$\frac{d^2 Z}{d\rho\, d\rho_1} = \frac{dZ}{d\rho}\frac{1}{H}\frac{dH}{d\rho_1} + \frac{dZ}{d\rho_1}\frac{1}{H_1}\frac{dH_1}{d\rho},$$

le ds^2 rapporté aux lignes de courbure étant de la forme

$$ds^2 = H^2 d\rho^2 + H_1^2 d\rho_1^2.$$

Si les lignes de courbure de (A) sont des cercles géodésiques, cette équation s'intègre immédiatement.

» Je signalerai le cas simple où (A) est un plan, cas qui conduit à une transformation générale des surfaces avec correspondance des lignes de

courbure et d'où l'on déduit ce corollaire : « Les lignes de courbure d'une » surface (A) correspondent d'une infinité de manières aux lignes de plus » grande pente de deux surfaces, dont l'équation s'obtient par éliminations lorsqu'on connaît l'équation de (A) ».

» Je me propose d'exposer à l'Académie, dans une autre Communication, quelques théorèmes généraux sur la théorie des couples de surfaces applicables l'une sur l'autre, théorie entièrement distincte de celle qui précède. »

PHYSIQUE. — *Description d'un nouvel appareil électro-magnétique; par* **M. A. Demoget**.

« La bobine de M. Siemens a l'avantage de présenter des pôles magnétiques à grande surface; mais, à chacune de ses révolutions, elle ne produit que deux ondes électriques. On est alors obligé de lui imprimer un mouvement de rotation très-rapide, de 1600 à 2000 tours par minute, pour obtenir un courant continu formé de 3200 à 4000 ondes. Pour diminuer cette énorme vitesse, j'ai cherché à augmenter le nombre des bobines, pour avoir, à chaque révolution de l'arbre, un nombre d'ondes électriques plus grand, qui peut être représenté par N^2.

» Les nouvelles bobines en fer doux analogues à celles de Siemens, au lieu d'être cylindriques, sont rectangulaires; leur coupe transversale a la forme d'un double T, assez semblable à la section des fers à T employés dans les constructions. Leur longueur est égale à quatre ou cinq fois leur épaisseur, qui est de $0^m,5$. Le fil de cuivre isolé se place comme dans la bobine de M. Siemens.

» Le nouvel appareil se compose d'un volant en bronze, monté sur un arbre horizontal, auquel on peut imprimer un mouvement de rotation de 300 à 350 tours par minute. Sur le volant on fixe, au moyen de vis, quatre bobines rectangulaires, suivant deux diamètres perpendiculaires entre eux. Ces quatre bobines, qui tournent avec le volant et dans le même plan, passent entre huit armatures fixes en fer doux, placées de chaque côté suivant deux diamètres perpendiculaires. Sur chaque paire d'armatures, perpendiculairement à ces armatures, et dans la même direction par rapport au mouvement de rotation, viennent se placer des faisceaux d'aimants permanents, dont les pôles sont alternés, et entre les branches desquels passeront le volant et ses bobines.

» A chaque tour, l'aimantation de l'une des bobines changera quatre

fois, et le fil qui l'entoure donnera quatre ondes électriques, soit seize ondes pour les quatre par révolution de l'arbre.

» Un appareil, très-imparfaitement construit d'après ces données, ayant quatre bobines de $0^m,20$ de longueur, sur chacune desquelles sont enroulés parallèlement trois fils de cuivre de 1 millimètre de diamètre et de 30 mètres de longueur, influencés par quarante aimants permanents qui peuvent porter 70 kilogrammes, rougit $0^m,20$ de longueur d'un fil de platine de $\frac{8}{10}$ de millimètre et fond un fil de fer de même grosseur et de même longueur. La même machine produit environ par seconde $\frac{1}{2}$ centimètre cube de gaz provenant de la décomposition de l'eau.

» On comprend, d'après ce qui précède, que l'on peut monter sur un arbre commun deux systèmes de bobines, qui permettraient d'en faire soit une machine de Willd, soit une machine de Laad, en remplaçant les aimants permanents par des électro-aimants.

» La disposition des bobines, retenues simplement par une rainure et une vis, permet de les déplacer très-facilement, pour transformer l'électricité produite en tension ou en quantité. »

PHYSIQUE. — *Note sur un baromètre photographique et nouveaux détails historiques sur le rayonnement lunaire; par* M. P. VOLPICELLI.

« Les instruments graphiques sont très-utiles pour avoir une mesure continue des phénomènes, surtout en météorologie; mais, parmi eux, les instruments photographiques, étant les plus fidèles, doivent être préférés à tous les autres. En effet, dans les observatoires d'Angleterre, la photographie, pour les observations météorologiques, a été préférée; elle est indispensable pour les observations magnétiques. Cette méthode n'ayant encore été introduite ni à Rome, ni dans le reste de l'Italie pour la météorologie, j'ai voulu prendre l'initiative en construisant un baromètre photographique pour l'Université romaine. Les modifications principales que j'ai introduites, pour obtenir une plus grande exactitude, sont les suivantes :

» 1° L'échelle en millimètres est tracée sur une plaque de verre, et elle est photographiée avec les différentes variations barométriques, sur le même papier sensible, appliqué sur un cylindre qui accomplit une révolution autour de son axe, en vingt-quatre heures. On écarte ainsi toute erreur produite par les variations inégales que le papier peut éprouver.

» 2° Avec des écrans convenables et avec une lentille cylindrique assez haute, remplie d'une solution toujours saturée d'alun, qui se renouvelle

constamment au moyen d'un siphon, on rend sensiblement nul l'effet calorifique du foyer des rayons lumineux, qui tombe sur l'extrémité de la colonne barométrique.

» 3° Au moyen d'une lunette, on peut lire la hauteur barométrique *directement*, ce qui est utile pour contrôler, *avec le même baromètre*, l'exactitude des indications photographiques. Par ce moyen, on aura la certitude qu'avec les instruments photographiques on peut se dispenser absolument des observations *directes;* ce qui n'est pas permis avec les instruments enregistreurs *mécaniques*, ainsi que l'a justement observé M. Ch. Sainte-Claire Deville (1).

» 4° Un courant d'air peut traverser l'intérieur de la boîte où se trouve l'extrémité supérieure du baromètre, pour empêcher l'accumulation de la chaleur dans cette extrémité.

» 5° L'air réchauffé par la source lumineuse est porté en dehors de la chambre, au moyen d'un tube ayant une position et une forme convenables.

» 6° Un diaphragme percé d'un trou est interposé entre la source lumineuse et la lentille cylindrique, pour éviter les effets de l'extension variable de la flamme.

» 7° Ordinairement on a coutume de marquer les heures sur la courbe du papier sensible, au moyen d'un éclipsateur; mais on interrompt ainsi la continuité de la courbe photographiée. Afin d'éviter cette interruption, l'horloge qui produit la rotation marque l'heure *sur la marge* du même papier. Par ce moyen, la continuité protographique ne sera pas interrompue, et, de plus, malgré les variations inégales qui se présenteront dans les dimensions du papier, le temps y restera exactement enregistré.

» 8° Le papier est préparé avec quatre bains : le premier se compose d'azotate d'argent et d'eau; le second d'iodure de potassium et d'eau; le troisième de cire, d'iode et d'essence de térébenthine; le quatrième d'azotate d'argent, d'acide acétique et d'eau.

» 9° Le développement de l'épreuve négative est fait avec un cinquième bain, composé d'acide gallique, d'acide acétique et d'azotate d'argent.

» 10° On fixe la photographie avec un sixième bain d'hyposulfite de soude. Je ne sais pas si ce procédé chimique, qui produit un très-bon effet, coïncide entièrement avec d'autres déjà pratiqués.

» 11° En faisant glisser sur l'épreuve négative, ainsi obtenue, un vernier

---

(1) *Cosmos*, 3e série, t. IV, p. 485; année 1869.

muni d'un microscope, les divisions sont beaucoup agrandies, et l'on peut ainsi apprécier même les dixièmes de millimètre, parce que les divisions sur le papier sont photographiées avec une exactitude qui ne laisse rien à désirer.

» Les méthodes pour compenser automatiquement les effets de la température ambiante dans les baromètres photographiques, applicables aussi aux baromètres communs, sont nombreuses; il est nécessaire d'en assigner algébriquement les conditions, et je communiquerai bientôt les formules relatives à cette partie de la question, qui me semblent n'avoir pas encore été calculées.

» *P. S.* Je demande la permission d'ajouter ici quelques autres détails historiques à ceux que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, relativement au rayonnement calorifique de la Lune (1), afin de montrer que c'est Melloni, et non pas un autre, qui a le premier démontré expérimentalement l'existence de la chaleur dans ce rayonnement.

» Plusieurs poëtes, tels que Virgile, Dante, le Tasse, Marini, Guarini et d'autres, nièrent la chaleur dans les rayons lunaires. Plusieurs philosophes, sans le démontrer, admirent avec raison la puissance calorifique dans ces rayons. Aristote dit : *Noctes in plenilunio sunt tepidiores;* et saint Thomas d'Aquin écrit : *Lux quantum est de se semper est effectiva caloris, etiam lux Lunæ.* Pic de la Mirandole et Jérôme Cardan admirent tous deux la chaleur dans le rayonnement lunaire. Mais on n'avait pas alors de thermomètres avec lesquels on pût faire des expériences sur ce sujet. Le physicien anglais Hooke expliqua la faiblesse sur la Terre de l'effet calorifique *direct* de notre satellite. Géminien Montanori, né à Modène (1632) et mort à Padoue (1687), dans son ouvrage intitulé : *L'Astrologia convinta di falsità* (Venezia, 1685, p. 5), raconte qu'au moyen d'un thermomètre à air et d'un grand miroir on vit le rayonnement de la Lune produire une élévation de température de *plusieurs* degrés. Mais comme Montanori ne dit pas par qui cette expérience avait été faite, comme le thermomètre était alors très-imparfait, et enfin comme on ne peut pas admettre un effet calorifique de plusieurs degrés, produit par le rayonnement lunaire sur notre globe, cette assertion ne mérite évidemment aucune confiance.

» Quant aux expériences dont parle Paul Frisi, dans ses *Opuscoli filosofici* (Milan, 1781, p. 9), en les lisant bien, chacun verra que cet auteur

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 920; année 1869.

considère comme vains tous les efforts faits de son temps par les physiciens, pour démontrer expérimentalement l'existence de la chaleur dans les rayons réfléchis par notre satellite. Dès lors, je puis affirmer de nouveau, malgré l'opinion contraire de M. l'abbé Zantedeschi (1), que le premier physicien ayant donné une démonstration expérimentale et incontestable de la chaleur des rayons lunaires, fut l'Italien Melloni, le 23 mars 1846 (2).

» Des expériences modernes plus précises, on doit conclure que le thermomètre le plus sensible, soit à air, soit à liquide, placé au foyer d'un miroir ou d'une lunette, ne peut pas rendre sensible l'existence de la chaleur dans le rayonnement lunaire. Cette conclusion avait déjà été regardée comme très-probable par M. Prevost (3).

» Enfin, pour démontrer que la Lune possède de la chaleur *en elle*, à cause de son réchauffement par le Soleil, il suffirait de démontrer par l'expérience que la température du rayonnement calorifique de notre satellite croît plus rapidement que sa surface éclairée, c'est-à-dire que sa phase croissante, et non pas proportionnellement à cette surface; et que le contraire arrive lorsque la phase lunaire décroît : de manière que la nouvelle Lune devrait encore réchauffer. Cela pourrait faire partie de l'ensemble des recherches intéressantes que M. Marié-Davy s'est proposé d'effectuer (4). »

PHYSIQUE. — *Les cristaux doubles de la neige; par* **M. J. Girard.**

« Lorsque l'on examine les aiguilles prismatiques de la glace qui se produisent sur une vitre humide exposée à un froid assez intense, il est facile de remarquer qu'elles affectent, dans leur rapide formation, une grande irrégularité dans le caractère du système cristallin; les causes multiples qui entrent concurremment dans la solidification de l'eau intervertissent la voie naturelle du phénomène. Mais elles sont détruites en partie quand une gouttelette d'eau, émanant des régions supérieures de l'atmosphère, passe successivement à travers des couches d'air dont la température est inférieure au zéro du thermomètre. Cette gouttelette isolée, se rap-

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1070; année 1869.
(2) *Comptes rendus*, t. XXII, p. 541; année 1846.
(3) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. XIX, p. 35; année 1822.
(4) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1154; année 1869.

prochant de la forme sphérique, est plongée dans un air ambiant uniforme. Dans sa chute elle cristallise en neige, suivant le système hexagonal, caractère invariable dans ses principaux éléments constitutifs.

» La cristallisation commence à s'effectuer à la périphérie suivant six branches équidistantes. La variété qui existe dans ces ramifications adhérentes au noyau central est motivée par les écarts dans les différences de volume des gouttelettes passant à travers des couches de l'atmosphère dont la température n'est pas uniformément semblable; quelques fractions de degré déterminent ces aspects multiples des fleurs de neige. Leurs dimensions variant en outre de 1 à 7 millimètres environ, il s'ensuit que les cristaux sont modifiés suivant les quantités de liquide qui sont entrées dans leur précipitation. Si les unes sont insuffisantes à leur complet achèvement, les autres sont trop importantes proportionnellement au volume moyen, dont les limites ne peuvent être dépassées. Ce dernier cas donne naissance à un *dédoublement* symétrique, sans séparation, de la gouttelette, qui se solidifie ainsi en deux parties. Dans cette subdivision, la réunion de chaque système cristallin s'opère au moyen d'un petit étai à section prismatique hexagonale ayant chacune de ses arêtes correspondant exactement à la naissance de chacune des six branches régulières des formations cristallines qu'il réunit. Le plus fréquemment il est plein, mais quelquefois aussi il est creux, étant plus épais, conservant malgré cela sa même section géométrique. Les cristaux doubles paraissent être un cas particulier de la neige, dans lequel ils ne s'écartent pas des caractères génériques.

» La température de — 3 degrés à la surface du sol est celle qui semble être le plus favorable aux observations; il est nécessaire que les flocons voltigent dans un air assez froid pour pouvoir être recueillis, tels qu'ils ont été précipités des régions atmosphériques, sur un drap noir que l'on soumet au microscope. (Observation du 19 janvier 1870.) »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la lumière verte sur la sensitive.* Note de M. P. BERT, présentée par M. Claude Bernard.

« En poursuivant sur la sensitive les recherches dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 177, et t. LXIX, p. 875), j'ai été amené à étudier l'influence de l'obscurité et de la lumière blanche ou diversement colorée. Je demande la permission d'indiquer aujourd'hui le résultat que m'a présenté la lumière colorée en vert.

» La méthode employée a consisté à placer les plantes dans des espèces

de lanternes à vitres colorées. Il y en avait une à verres noirs, une à verres blancs, les autres étaient violette, bleue, verte, jaune et rouge. J'ai déterminé, à l'aide du prisme, la véritable valeur de ces verres colorés; il est indispensable que je l'indique d'abord. Le verre violet se laissait traverser par le spectre entier, à l'exception de la région vert-jaune; à travers le verre bleu, la région vert-jaune était seulement affaiblie; le verre vert était sensiblement monochromatique, ne laissant passer, en outre du vert, qu'un peu de bleu et de jaune; le verre jaune était perméable aux rayons verts, jaunes, orangés, rouges; enfin, le verre rouge était véritablement rouge.

» La meilleure manière de mettre en évidence l'influence de ces diverses couleurs me paraît être de raconter succinctement une de mes expériences. J'appellerai blanche, par abrévation, la plante placée dans la lanterne à verres blancs, etc.

» Le 12 octobre 1869, je place dans chaque lanterne cinq jeunes sensitives; ces plantes proviennent d'un même semis, et sont sensiblement de même taille. Ces lanternes sont placées dans la serre chaude de la Faculté de Médecine. Déjà, quelques heures après, ces sensitives n'ont plus toutes le même aspect; les vertes, jaunes et rouges ont leurs pétioles dressés, leurs folioles relevées; les bleues et violettes, au contraire, ont les pétioles presque à l'horizontale, et les folioles étalées. Je n'insiste pas sur ces faits, qui feront le sujet d'une Communication ultérieure.

» Le 19, les sensitives noires sont déjà peu sensibles; le 24, elles sont mourantes ou mortes. Dès le 24, les sensitives vertes sont complétement insensibles; le 28, elles sont mortes. A ce moment, les plantes des autres lanternes sont parfaitement vivantes et sensibles; mais il est facile de remarquer entre elles une grande inégalité de développement. Les blanches ont beaucoup poussé; les rouges moins, les jaunes un peu moins encore; les violettes et les bleues ne semblent pas avoir grandi du tout.

» Le 28 octobre, on transporte dans la lanterne verte les sensitives vigoureuses de la lanterne blanche. Le 5 novembre, elles sont très-peu sensibles; le 9, la sensibilité a presque complétement disparu; le 14, toutes ces plantes sont mortes.

» Les sensitives des lanternes violette, bleue, jaune et rouge paraissent en parfait état de santé : elles sont, du moins, très-sensibles.

» Les choses restent dans cette situation jusqu'au commencement de janvier. A ce moment, toutes les plantes sont encore vivantes; les sensitives jaunes et rouges ont plus du double de la taille des sensitives violettes et bleues, qui n'ont presque pas grandi, sans s'être pour cela étiolées. Les

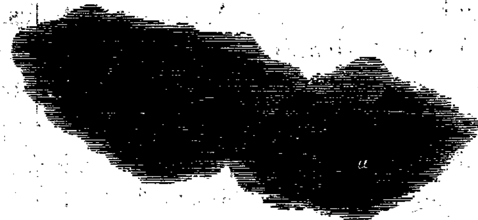
sensitives violettes paraissent déjà un peu malades. Le 14 janvier, elles sont mortes, mais les autres sont bien vivantes et sensibles. Malheureusement, dans les derniers jours de janvier, un accident met fin à l'expérience.

» Le point sur lequel je veux insister est celui-ci : les sensitives placées dans la lanterne verte ont perdu leur sensibilité, et sont mortes en un temps très-rapide, presque aussi vite que celles qui étaient placées dans l'obscurité. En tenant compte de la petite quantité de lumière jaune que laissait passer le verre vert, il semble permis de dire que le rayon vert agit comme l'obscurité.

» Il est infiniment probable que la sensitive ne fait que manifester, avec une rapidité et une intensité particulières, une propriété qui appartient à toutes les plantes colorées en vert. Je répéterai cependant ces expériences sur d'autres végétaux verts phanérogames et cryptogames, en opérant pendant un temps suffisamment long. J'étudierai également la manière dont se comportent, sous l'influence de la lumière rouge, les végétaux colorés en rouge et qui n'ont point de chlorophylle. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur deux taches solaires actuellement visibles à l'œil nu.* Note de M. **Tremeschini**.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie l'indication des dimensions de deux taches solaires, aujourd'hui visibles à l'œil nu, et dont les pénombres ne présentent aucune solution de continuité.



Première pénombre, renfermant plusieurs noyaux, observée vendredi matin 11 février, à 9 heures. Plus grand diamètre	0° 3′ 45″
Seconde pénombre, renfermant plusieurs noyaux, dont un noyau ayant des proportions considérables; observée ce matin lundi 14 février, à 10 heures. Plus grand diamètre	0.4.50
Plus grand diamètre du noyau *a* formant partie de la seconde tache	0.0.45,11

» La seconde tache présente à l'œil nu l'apparence d'une tache jumelle. »

ZOOLOGIE. — *Note sur quelques Mammifères du Thibet oriental;* *par* **M. Alph.-Milne Edwards**.

« Deux Singes habitent les forêts les plus froides et les moins accessibles du Thibet oriental. L'un appartient au genre Macaque, et doit se placer à côté du *M. speciosus*, du *M. Tcheliensis* et des autres espèces à queue très-courte. Son pelage est d'un brun grisâtre foncé; les poils, très-longs et très-épais, ne présentent pas de bandes diversement colorées; ils sont uniformément teintés de leur base à leur pointe; les parties inférieures du corps sont d'un gris beaucoup plus clair : la face et les mains sont couleur de chair. J'ai désigné ce Macaque sous le nom de *M. Thibetanus*.

» La seconde espèce doit prendre place dans le genre Semnopithèque; je l'ai nommée *S. Roxellana.* Elle se distingue de tous les autres représentants connus de ce groupe par son pelage extrêmement long et fourni, ressemblant à une toison de chèvre; les poils de la tête et du dos sont gris à leur base et d'un jaune argenté vers leur pointe; cette couleur domine sur les membres, sur le ventre et sur les côtés de la face; elle se mélange à une teinte rousse très-brillante sur la région frontale. La face est d'un vert jaune couleur turquoise, la paume des mains est brune. Le bord supérieur des narines est très-développé, de facon à constituer un véritable nez, très-court, il est vrai, mais fortement retroussé.

» J'ai remarqué également, parmi les animaux envoyés au Muséum par M. l'abbé A. David, plusieurs insectivores très-intéressants et qui doivent constituer deux genres nouveaux. L'un, que j'ai appelé le *Nectogale elegans,* semble établir un passage entre les Desmans et les Musaraignes; de même que les premiers, il a des pattes postérieures élargies en palettes natatoires; sa queue est longue et comprimée latéralement, mais son museau est court et ses dents ressemblent beaucoup à celles des Sorex; il n'y en a que vingt-huit ainsi réparties : seize à la mâchoire supérieure et douze à l'inférieure. Le second genre portera le nom d'*Anourosorex;* ainsi que ce nom l'indique, il se rapproche des Musaraignes, mais se distingue nettement par sa queue tellement courte, qu'elle disparaît sous les poils, et par ses pattes écailleuses; ses dents sont moins nombreuses que celles des *Sorex :* on n'en compte que vingt-quatre, douze en haut et douze en bas.

» Une Taupe, *Talpa longirostris,* paraît aussi constituer une espèce nouvelle; elle est caractérisée par son museau très-allongé, qui lui donne une certaine ressemblance avec la *T. Moogura* du Japon. Mais chez cette dernière

il n'y a que six incisives inférieures, tandis que chez notre espèce il en existe huit comme d'ordinaire.

» L'animal qui, sans contredit, présente le plus d'intérêt, est celui que M. l'abbé David nous avait signalé sous le nom d'*Ursus melanoleucus*. Par sa forme extérieure il ressemble en effet beaucoup à un ours, mais les caractères ostéologiques et le système dentaire l'en distinguent nettement et le rapprochent des Pandas et des Ratons. Il doit constituer un genre nouveau que j'ai appelé *Ailuropoda*.

» Il y a encore parmi les Mammifères envoyés de Moupin par M. l'abbé A. David plusieurs autres espèces qui me paraissent nouvelles, mais dont l'étude présente certaines difficultés qui m'empêchent de les décrire avant de les avoir comparées avec certains types que le Muséum de Paris ne possède pas. Cependant je citerai un Écureuil volant de très-grande taille et remarquable par son pelage, d'un roux brillant mélangé de blanc sur la tête et sur la poitrine. Je l'ai inscrit dans les Catalogues du Muséum sous le nom de *Pteromys alborufus*. »

« M. Milne Edwards rend brièvement compte d'une collection zoologique très-intéressante formée dans le Thibet oriental par M. l'abbé Armand David, et adressée au Muséum d'Histoire naturelle. Il dépose sur le bureau un Mémoire manuscrit de M. Alphonse-Milne Edwards sur quelques espèces nouvelles de Mammifères faisant partie de cette collection, et une Note imprimée de M. Verreaux sur le *Lophophorus obscurus*, et sur plusieurs autres oiseaux qui paraissent être également nouveaux pour la science. »

M. Lerique de Mouchy adresse une Note concernant « La cause du mouvement oscillatoire des granulations moléculaires ».

M. Vernier adresse à l'Académie une Note concernant une « Accumulation de chaleur, par la concentration de la chaleur rayonnante au travers de lentilles biconvexes de sel gemme, et l'application de cette chaleur à la production d'un courant d'air donnant lieu à un mouvement continu ».

M. Delaurier adresse une Note relative à la « Production de la lumière électrique par les bobines d'induction ».

M. G. Caruso adresse à l'Académie deux ouvrages, imprimés en italien, et intitulés : « Études sur l'industrie des céréales en Sicile » et « Traité de

la viticulture et de la vinification, ou le présent et l'avenir de l'œnologie dans l'Italie méridionale ».

Ces ouvrages seront soumis à l'examen de M. Peligot, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal à l'Académie.

M. L. Veggia adresse, de Bologne, une étude sur la trisection de l'angle.

En vertu d'une décision déjà ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

« **M. Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince *Boncompagni*, le numéro d'août 1869 du *Bullettino delle Scienze matematiche et fisiche*, où se trouve un article de M. L.-Am. Sédillot intitulé : *Les professeurs de Mathématiques et de Physique générale au Collége de France*. C'est la première partie d'une Notice qui s'étendra jusqu'à l'époque actuelle, et qui pourra avoir d'autant plus d'intérêt que l'ouvrage de l'abbé Goujet sur le Collége de France, qui s'arrête en 1758, renferme bien des lacunes et des erreurs. Nous remarquerons simplement dans ce moment que, dès les premiers temps de la fondation du Collége de France, les Mathématiques ont été représentées par trois chaires, dont les titulaires étaient Poblacion, Oronce Finé et Guillaume Postel; et la Physique par une chaire, sous le titre de Philosophie grecque et latine, confiée à François Vimercati, de Milan (il s'agissait de la Physique d'Aristote). »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 février 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Rapport sur deux petites éducations de vers à soie japonais, suivi de quelques reflexions sur l'emploi du microscope appliqué à la sériciculture; par M. N. Joly. Toulouse, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'Agriculture pratique et d'Economie rurale.*)

Sur deux cas très-rares de mélomélie observés chez le mouton; par M. N. JOLY. Toulouse, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Rapport du Jury chargé de juger la quatrième période du concours quinquennal des Sciences mathématiques et physiques (1864-1868); *par* M. E. CATALAN. Bruxelles, 1869; br. in-8°.

Notice sur l'épidémie des fièvres typhoïdes qui a sévi pendant l'automne de 1869 *à Rive-de-Gier; par* M. KOSCIAKIEWICZ. Lyon, 1870; in-8°.

Le Ramié, nouvelle fibre textile; par M. F. DENNET, des États-Unis. Boulogne, sans date; 1 page in-4°.

Transactions... *Transactions de la Société philosophique de Cambridge*, t. XI, 2e partie. Cambridge, 1869; 1 vol. in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique de Cambridge*, liv. 3 à 6. Cambridge, 1866-1867; in-8°.

Paris... *Exposition universelle de Paris de* 1867. *Rapport des Commissaires des États-Unis. Examen des appareils télégraphiques et des procédés de télégraphie; par* M. S.-F.-B. MORSE. Washington, 1869; in-8°.

Ueber... *Sur la signification physiologique de l'arcade du labyrinthe dans l'organe de l'ouïe; par* M. F. GOLTZ. Sans lieu ni date; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 février 1870.)

Page 220, ligne 5, *au lieu de* 1863, *lisez* 1823.

Page 223, ligne 4, *au lieu de* on fait, *lisez* ou fait.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur la production des courants électro-capillaires dans les os, les nerfs et le cerveau; par* **M. Becquerel** (Extrait.)

« Je suis revenu dans ce Mémoire sur le courant osseux, qui contribue à la nutrition du tissu auquel il appartient. Les nouveaux résultats que j'ai obtenus montrent que ce courant persévère encore pendant un temps plus ou moins prolongé, après que la vie a cessé.

» J'expose ensuite le commencement de mes recherches électro-capillaires sur l'encéphale et le système nerveux en général.

» Un courant osseux est obtenu avec un os, dans l'intérieur duquel on introduit une lame de platine dépolarisée et dont la surface est recouverte d'une lame semblable, le tout plongeant dans de l'eau distillée. Ce courant remplace les courants partiels qui ont lieu dans les espaces capillaires, comme je l'ai prouvé dans mon précédent Mémoire, ce qui permet d'en déterminer la forme électromotrice, dont l'intensité est en rapport avec l'action chimique produite.

» Quatre fémurs de moutons nouvellement tués, soumis à l'expérience pendant plus d'un mois, ont donné des forces électromotrices présentant peu de différence dans leur intensité. Cette force est à peu près le quart de celle d'un couple à acide nitrique; ne peut-on pas en tirer la conséquence vraisemblable, qu'une partie des phénomènes de nutrition des os

qui ont lieu durant la vie se reproduisent encore pendant quelque temps quand elle a cessé, aux dépens de la matière organique de l'os, mais avec cette différence toutefois que, dans le premier cas, les parties enlevées sont remplacées par l'effet de la circulation du sang?

» Les courants électro-capillaires, dans la nature organique, ne proviennent pas de la réaction directe de l'oxygène transporté par le sang artériel, dans les capillaires, sur les parties constituantes de la matière organique, qui n'est pas conductrice de l'électricité, mais bien de la force électromotrice résultant du contact du liquide tenant en dissolution les composés résultant de cette réaction et du liquide ambiant.

» J'ai été conduit ainsi à déterminer la force électromotrice qui est produite au contact de l'eau et d'un corps solide, non conducteur de l'électricité, considéré comme insoluble, et qui ne l'est cependant pas tout à fait. Ce courant est dû à une action chimique tellement faible quelquefois, que l'on ne peut s'en faire une idée; en effet, j'ai trouvé anciennement, par une méthode assez précise, qu'il fallait vingt mille charges d'une batterie électrique de 1 mètre de surface chargée, de manière à donner des étincelles à une distance de 11 millimètres, pour décomposer 1 milligramme d'eau; cette quantité serait capable de produire les effets de la foudre. Faraday et d'autres physiciens, en employant d'autres méthodes que celle dont j'ai fait usage, ont obtenu des nombres qui en approchent en plus ou en moins. Or, quand on songe que la décharge, dans l'eau distillée, au moyen de deux lames de platine, de l'électricité produite par le frottement d'un bâton de gomme laque, laquelle n'est qu'une fraction excessivement minime de la charge de la batterie de 20000 mètres carrés de surface armée, que cette décharge, dis-je, suffit pour polariser ces lames, par l'effet de la décomposition instantanée d'une quantité d'eau inappréciable, on concevra facilement qu'une action chimique excessivement faible, produite au contact de deux liquides, ou d'un solide et d'un liquide, peut avoir lieu et être accusée par le galvanomètre. On voit par là que de petits corpuscules déposés par l'air sur une des deux lames de platine, avant de la plonger dans l'eau, suffisent pour la polariser, par suite de la réaction de ces corpuscules sur l'eau. J'en citerai plus loin plusieurs exemples.

» J'ai commencé par chercher la force électromotrice de deux liquides en contact, en faisant usage, pour cloison séparatrice, de la fêlure d'un tube de verre. Les résultats obtenus ont montré que les dissolutions parfaitement neutres de sulfate de potasse, de sulfate d'ammoniaque, de chlorure de sodium et de nitrate de potasse sont négatives dans leur contact avec l'eau distillée; que les sulfates donnent une force électromotrice avec l'eau

distillée, qui est trois fois plus forte que celle résultant du contact de l'eau avec la dissolution de nitrate de potasse ou de chlorure de sodium. La force électromotrice change avec le degré de saturation des dissolutions; ainsi une dissolution de potasse caustique à la densité de 1,215, au contact de l'eau, donne une force électromotrice égale à 9,40 (celle du couple à acide nitrique étant 100), tandis que, lorsqu'elle est étendue de cinq fois son volume d'eau, cette force n'est plus que 3, c'est-à-dire le tiers. Le tube fêlé ne présente, ici, aucun inconvénient, mais il n'en est plus de même quand on introduit, dans le tube fêlé qui contient de l'eau, du quartz, du spath d'Islande, du feldspath, du mica, etc., en poussière plus ou moins fine; dans ce cas, on obtient constamment un courant dont le sens indique que l'eau du tube où se trouvent les poussières est négative, et l'eau extérieure positive, bien que ces substances ne soient pas attaquées par l'eau; en voici la cause :

» Le courant électrique doit avoir une origine chimique, d'après les principes que j'ai exposés précédemment : la seule qu'on puisse admettre est la réaction de l'alcali du verre sur les corps contigus; pour s'en assurer, on a répété les expériences dans deux vases en quartz, dont l'un et l'autre contenaient une lame de platine et de l'eau distillée; on a projeté sur l'une d'elles du spath d'Islande, du quartz ou du mica en poudre, etc., etc.; ces deux vases communiquaient ensemble au moyen d'une bande de papier à filtrer, et faisait partie d'un circuit dans lequel se trouvait un galvanomètre très-sensible. Il n'y a pas eu de courant produit. Il est prouvé par là que celui que l'on obtient avec le tube de verre est dû à l'alcali qu'il contient. L'explication devient alors facile, d'après les vues théoriques que M. Chevreul a présentées sur l'affinité capillaire : les poussières, par suite de leur contact avec l'eau, prennent peu à peu de l'alcali au verre, par une affinité capillaire; la poussière cède ensuite une partie de son alcali à l'eau, qui devient apte alors, par suite de son contact avec l'eau distillée du vase extérieur rempli d'eau où plonge le tube, de produire un courant dont la direction indique que cette dernière est positive à l'égard de l'eau qui est devenue plus alcaline que l'eau extérieure; car on sait que l'eau en contact avec le verre devient toujours légèrement alcaline.

» M. Chevreul avait déjà observé un fait qui se rapporte à celui que je viens de faire connaître : ayant plongé un silex dans de l'eau de chaux titrée, il vit que le titre avait diminué, c'est-à-dire que de la chaux s'était fixée sur le silex par affinité capillaire.

» Pour donner une idée de la force électromotrice qu'acquiert l'eau distillée dans son contact avec l'eau contenue dans un tube de verre

fêlé, où se trouve une substance insoluble en poudre, je rapporterai les résultats d'expériences faites avec diverses substances, les forces électromotrices étant exprimées en fonction de celle du couple à acide nitrique représentée par 100.

Nature de la substance en poudre.	Force électromotrice. 24 heures après la préparation.	Plus de cinq jours après.
Spath d'Islande	2,26	4,89
Quartz	2,35	Sensiblement la même qu'avec le spath d'Islande.
Kaolin en pâte très-fine	2,68	
Mica	3,38	
Os fossiles	2,81	
Os d'éléphant du diluvium des environs de Paris	2,55	
Métatarsien de rhinocéros de Sansan (Gers)	2,26	

» On voit, par les nombres qui se trouvent dans la seconde colonne, qu'au bout de vingt-quatre heures les forces électromotrices approchent d'être égales, et que, plus de dix jours après, l'égalité était presque la même. Je dois ajouter cependant qu'au bout de quelque temps, avec le spath d'Islande, le quartz, le mica, les liquides n'étant pas renouvelés, l'alcalénéité finit par être la même à l'intérieur et à l'extérieur du tube fêlé par suite de leur mélange; il n'en est pas ainsi à l'égard des poussières d'origine organique qui éprouvent une décomposition lente.

» Les substances réduites en poussières très-fines sont celles qui paraissent se charger le plus promptement d'alcali, dans leur contact avec le verre et l'eau distillée. D'après ce qui précède, on voit combien il y a de précautions à prendre, quand il s'agit de trouver les forces électromotrices produites au contact des liquides et des corps solides, en employant des verres ordinaires, où l'alcali peut être cédé facilement à ces corps. De semblables effets peuvent être produits dans les êtres vivants, dans des cas morbides où il se forme des dépôts en très-petits grains, qui tendent à enlever de l'alcali aux tissus voisins. Il peut en résulter alors des effets graves, si les liquides ambiants sont renouvelés.

» On n'a pas à craindre des effets de ce genre, dans l'emploi des tubes fêlés, pour la réduction des métaux, attendu que la dissolution métallique, qui est acide, se trouve dans le tube fêlé et le sulfure alcalin à l'extérieur; ce qui le prouve bien, c'est qu'on obtient également la réduction métallique en opérant avec des plaques de quartz jointives convenablement disposées.

» Les résultats consignés dans le tableau précédent mettent en évidence une propriété qui n'est pas sans intérêt. Les poussières de substances

inertes, non attaquables par l'eau, quelle que soit leur nature, en contact avec le verre et l'eau, s'emparent de l'alcali par l'effet de cette affinité, mais elles ne s'en emparent pas indéfiniment, il paraît y avoir, de leur part, un degré de saturation, de même que dans les combinaisons chimiques, puisque les forces électromotrices sont sensiblement les mêmes au bout d'un certain temps, ce qui ne peut avoir lieu, d'après ce qui a été dit précédemment, qu'autant que les quantités d'alcali fixées sont à peu près les mêmes.

» Le dernier Chapitre du Mémoire est consacré aux courants électro-capillaires dans le tissu nerveux, notamment dans l'encéphale. Je reviens d'abord sur les courants du tissu nerveux dont j'ai parlé dans mon précédent Mémoire.

» L'intervention des forces physico-chimiques dans les fonctions de cet organe est une des causes qui y concourent.

» Berzélius, dans son *Traité de chimie* (t. VII, 1834), s'est exprimé en ces termes, en parlant des forces physico-chimiques dans l'organisme :

« Le secret de la vie se trouve caché dans ce système et, quoiqu'il paraisse à notre portée, cependant nous ne pouvons le pénétrer. La chimie et la physique ne sont point encore arrivées et n'arriveront peut-être jamais au point de pouvoir expliquer une partie essentielle des fonctions du cerveau et des nerfs. Nous admirons les auteurs des chefs-d'œuvre de l'industrie humaine, et il s'agit, ici, de la plus sublime des œuvres du créateur de l'univers. »

» Je partage entièrement cette opinion ; je me borne donc à n'observer dans les nerfs et le cerveau que la nature des forces physico-chimiques qui concourent à l'entretien de la vie et dont l'existence est bien constatée, en me bornant seulement à indiquer les effets physiques et chimiques qu'elles peuvent produire. Je rappelle, à cette occasion, que M. Chevreul, dès 1824, avait montré que les forces de la nature inorganique agissaient efficacement dans la nature vivante; car s'il en était autrement, disait-il, comment un être organisé après la mort conserverait-il la forme de l'être vivant, si les molécules n'obéissaient pas aux forces de la nature inorganique (l'affinité et la cohésion), auxquelles nous attribuons l'union des molécules?

» En 1837, il est revenu sur ce sujet, et montra que ce n'était pas par la distinction de forces inorganiques et de forces vitales qu'il fallait distinguer les êtres vivants des êtres inorganiques, mais par la coordination des forces. On trouvera dans le Mémoire le résumé de cette métaphysique.

» Après avoir donné quelques détails anatomiques sur la constitution de l'encéphale, pour l'intelligence de mon sujet, et avoir fait remarquer que la masse cérébrale est traversée de toutes parts par des vaisseaux sanguins

et leurs capillaires, et par des nerfs et leurs ramifications, donnant lieu à un grand nombre de courants électriques, qui sont la source d'autant d'actions physiques et chimiques, courants dont la direction est telle, que la paroi intérieure des vaisseaux et des nerfs est le lieu d'effets de réduction, et la paroi extérieure d'effets d'oxydation, je me suis attaché particulièrement à la substance grise et à la substance blanche : la première forme le côté externe de la masse cérébrale, jusqu'à une certaine profondeur dont elle est en quelque sorte l'écorce, et se retrouve dans tous les replis; la seconde occupe la partie intérieure. Ces deux substances, par leur contact mutuel, donnent naissance à des courants électriques, ayant pour origine une force électromotrice égale au $\frac{1}{10}$ environ de celle du couple à acide nitrique. Ces courants, d'après leur direction, agissent de telle sorte qu'il y a oxydation dans les parties de la substance grise près du contact, et réduction dans les parties de la substance blanche près de ce même contact.

» Le but que je me suis proposé, dans ce Mémoire, était de compléter la théorie du courant osseux et d'indiquer l'existence des forces physico-chimiques dans l'encéphale et le système nerveux, ainsi que leur mode d'action, sans indiquer les produits formés qui ne peuvent être appréciés jusqu'ici.

» De nouvelles recherches permettront peut-être de préciser mieux que je ne l'ai fait jusqu'ici leur mode d'action. La question est tellement complexe, qu'il est nécessaire de l'analyser, d'en étudier séparément toutes les parties, pour juger de l'ensemble. Je me borne donc à poser des jalons auxquels se rattacheront les observations qui pourront être faites ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses d'acides aromatiques;* *par* **M. Ad. Wurtz.**

« Lorsqu'on chauffe un mélange de toluène bromé et d'éther chloroxycarbonique avec de l'amalgame de sodium, il se forme, comme je l'ai montré récemment (1), un éther toluique dont j'ai retiré un acide aromatique volatil, fusible à 153 degrés. Ce produit, traité à plusieurs reprises par une quantité d'eau bouillante insuffisante pour le dissoudre, a d'abord cédé à l'eau un acide plus fusible que l'acide toluique, lequel s'est concentré dans le résidu et s'est déposé à l'état de pureté des dernières solutions. Il présentait le point de fusion 176 à 177 degrés. L'acide plus

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1298.

fusible a été retiré des premières eaux mères, et purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante. On l'a obtenu finalement avec le point de fusion 90 degrés. C'est celui de l'acide isotoluique. L'identité de cet acide avec l'acide isotoluique de M. Ahrens a été vérifiée d'ailleurs par l'analyse du sel de calcium.

» Ce dernier cristallise avec 2 molécules d'eau (1), tandis que le toluate en renferme 3.

» Il résulte de ce qui précède que, par l'action du sodium sur un mélange d'éther chloroxycarbonique et de toluène bromé, il se forme deux acides toluiques isomériques l'un avec l'autre, fait qui trouve une explication très-simple dans l'existence de deux isomères du toluène bromé. MM. Hübner et Wallach ont démontré, en effet, que le toluène bromé est un mélange de deux bromures isomériques, un solide et un liquide.

» L'action du sodium sur un mélange de chlorure de benzyle et d'éther chloroxycarbonique n'est pas aussi simple que l'analogie permettait de le prévoir. Isomérique avec le toluène chloré, le chlorure de benzyle aurait pu donner, dans ces conditions, de l'acide alphatoluique isomérique avec l'acide toluique. Je n'ai pas pu constater la formation de cet acide dans ces conditions; mais j'ai vu se former, par l'union de deux groupes benzyliques, un acide plus complexe dont la composition est exprimée par la formule $C^{15}H^{14}O^{2}$, et que je nomme *dibenzylcarboxylique*. Voici comment on a opéré pour isoler cet acide : 252 grammes de chlorure de benzyle, 108 grammes d'éther chloroxycarbonique et 8000 grammes d'amalgame de sodium à 1 pour 100 ont été distribués dans deux matras à fond plat. Après avoir surmonté chacun des matras d'un réfrigérant à reflux, on l'a chauffé dans un bain d'eau salée jusqu'à ce que la masse fût devenue solide. La réaction terminée, on a ajouté de l'eau, on a décanté le mercure et l'on a agité le reste avec de l'éther. L'éther ayant été distillé, on a chauffé jusqu'à 180 degrés; le liquide restant a été décomposé, à chaud, par une solution alcoolique de potasse. La liqueur alcaline, débarrassée de l'alcool et additionnée d'eau, a été sursaturée par l'acide chlorhydrique. Il s'est séparé une masse visqueuse très-peu soluble dans l'eau et qui renfermait le

(1) Analyse de l'isotoluate de calcium :

	Expériences		
	I.	II.	Théorie.
Eau	10,90	10,21	10,40
Calcium..........	11,45	»	11,56

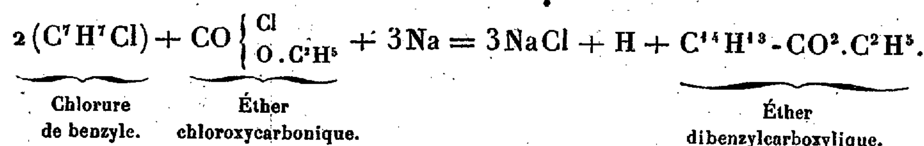
nouvel acide. Pour l'en retirer, on a épuisé la masse dont il s'agit par une grande quantité d'eau bouillante. La solution aqueuse s'est troublée par le refroidissement, et a donné, du jour au lendemain, des aiguilles fines qui constituent le nouvel acide; l'eau mère, chauffée de nouveau avec la masse visqueuse, lui a enlevé une nouvelle quantité d'acide qui a cristallisé au bout de quelque temps. Ce traitement ayant été répété un certain nombre de fois, on a fini par obtenir une quantité notable du produit qui a été purifié d'abord par une nouvelle cristallisation dans l'eau, enfin par cristallisation dans l'alcool.

» L'acide dibenzylcarboxylique ainsi obtenu est presque insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. La solution aqueuse bouillante se trouble par le refroidissement, en déposant des gouttelettes qui finissent par se concréter en aiguilles fines. Il fond à 84 degrés. Chauffé sur un verre de montre, il émet des vapeurs à la fois aromatiques et irritantes. Lorsqu'on le chauffe dans un tube, il se volatilise à une température très-élevée et distille.

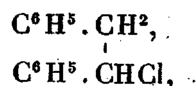
» L'analyse de l'acide cristallisé dans l'alcool a donné des résultats qui conduisent à la formule $C^{15}H^{14}O^2$ (1).

» L'équation suivante exprime la formation de cet acide :

$$\underbrace{2(C^7H^7Cl)}_{\text{Chlorure de benzyle.}} + \underbrace{CO\left\{\begin{matrix}Cl\\ O.C^2H^5\end{matrix}\right.}_{\text{Éther chloroxycarbonique.}} + 3Na = 3NaCl + H + \underbrace{C^{14}H^{13}\text{-}CO^2.C^2H^5}_{\text{Éther dibenzylcarboxylique.}}$$



» On voit que 2 molécules de chlorure de benzyle $C^6H^5.CH^2Cl$ s'unissent (probablement en perdant HCl) sous l'influence du sodium, et que le dibenzyle chloré ainsi formé



$$\begin{matrix}C^6H^5.CH^2,\\ |\\ C^6H^5.CHCl,\end{matrix}$$

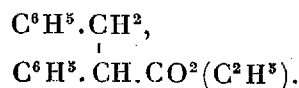
se convertit sous l'influence du sodium et de l'éther chloroxycarbonique

---

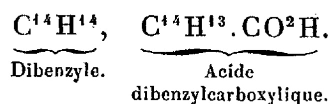
(1) Analyse :

	Expériences I.	Expériences II.	Théorie $C^{15}H^{14}O^2$.
Carbone	79,17	79,74	79,64
Hydrogène	6,50	6,49	6,19

en éther dibenzylcarboxylique



» L'acide dibenzylcarboxylique résulte, en effet, du dibenzyle par la substitution de CO^2H à H :



» L'interprétation de la réaction dont il s'agit repose, comme on voit, sur la transformation du chlorure de benzyle, dans les conditions indiquées, en dibenzyle chloré. Cette transformation n'a pas été réalisée directement; mais on s'est assuré que lorsqu'on chauffe le chlorure de benzyle, à une température élevée il perd de l'acide chlorhydrique. J'ajoute que le dibenzyle lui-même a été observé parmi les produits de la réaction du sodium sur l'éther chloroxycarbonique et le chlorure de benzyle.

» Les sels de l'acide dibenzylcarboxylique ne montrent qu'une faible tendance à cristalliser. Celui de calcium est soluble et se couvre pendant l'évaporation de pellicules. Il renferme à l'état sec $(C^{15}H^{13}O^2)^2\overset{''}{Ca}$ (1). Le sel de plomb (2), $(C^{15}H^{13}O^2)^2Pb$, est insoluble et s'obtient par double décomposition sous forme d'un précipité blanc épais. Il fond à 146 degrés. Le sel d'argent (3), $(C^{15}H^{13}O^2Ag)$, s'obtient de même par double décomposition sous forme d'un précipité blanc.

» Lorsqu'on distille le dibenzylcarboxylate de calcium avec son poids de chaux vive, il passe dans le récipient une masse cristalline, mélange de dibenzyle et de stilbène, que l'on peut séparer par des cristallisations dans l'alcool. Le stilbène, de beaucoup le moins soluble, se dépose le premier sous forme de lamelles rhomboïdales. Son point de fusion est compris entre 115 et 118 degrés.

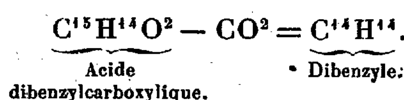
Analyses :

			Expérience.	Théorie.
(1)	Sel de calcium.	Calcium	8,01	8,16
(2)	Sel de plomb.	Plomb	31,38	31,48
(3)	Sel d'argent.	Carbone	54,67	54,05
		Hydrogène	4,22	3,90
		Argent	32,20	32,43

» L'identité de ce corps avec le stilbène, $C^{14}H^{12}$, de Laurent, a été démontrée non-seulement par la coïndence des points de fusion, mais encore par l'analyse (1) et par l'action du réactif de Fritzsche, qui donne avec le stilbène des lamelles allongées, très-faciles à reconnaître au microscope à leur forme et leur couleur orangée.

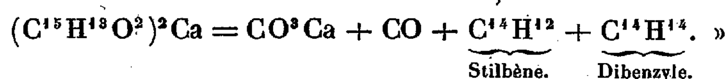
» Le dibenzyle (2) a été obtenu sous forme de lamelles cristallines fusibles de 52°,5 à 53°,5. Ce point de fusion est plus élevé d'un degré que celui du dibenzyle pur, circonstance due au mélange d'une trace de stilbène qui y a été découvert à l'aide du réactif de Fritzsche.

» La formation de ces deux carbures d'hydrogène par la distillation sèche du dibenzylcarboxylate de calcium est facile à expliquer. En effet,



$$\underbrace{C^{15}H^{14}O^{2}}_{\text{Acide dibenzylcarboxylique.}} - CO^{2} = \underbrace{C^{14}H^{14}}_{\text{Dibenzyle.}}.$$

» De plus la distillation du sel de calcium parfaitement sec pourrait se concevoir ainsi :



$$(C^{15}H^{13}O^{2})^{2}Ca = CO^{3}Ca + CO + \underbrace{C^{14}H^{12}}_{\text{Stilbène.}} + \underbrace{C^{14}H^{14}}_{\text{Dibenzyle.}}. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits relatifs à la stabilité, comme espèces chimiques, des alcools propylique, butylique et amylique normaux; par* **MM. Is. Pierre** *et* **Ed. Puchot.**

« Dans une assez longue série de recherches, dont nous avons présenté à l'Académie les principaux résultats dans le cours des années 1868 et 1869, nous étions parvenus à séparer, en assez grande quantité, des produits de la distillation des betteraves, les alcools propylique, butilique et amylique normaux, et nous en avions profité pour préparer un certain nombre de leurs dérivés acides, salins ou éthérés.

» Dans le travail que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui,

---

Analyses :

			Expériences I.	Expériences II.	Théorie
					$C^{14}H^{12}$.
(1)	Stilbène . .	Carbone	92,72	92,80	93,33
		Hydrogène	7,12	7,18	6,66
					$C^{14}H^{14}$.
(2)	Dibenzyle.	Carbone	91,77	»	92,31
		Hydrogène	7,92	»	7,69

nous nous sommes proposé de compléter l'étude de quelques-unes des propriétés de ces alcools, en vue d'en conclure un ensemble de caractères propres à donner une idée de leur stabilité comme espèces chimiques.

» Chacun de ces alcools a été étudié dans trois conditions bien distinctes :

» 1° Dans l'état où l'on peut l'isoler des produits qui l'accompagnent à l'état brut, en s'attachant avec le plus grand soin à ne lui faire subir d'autres influences que celle des agents déshydratants et celles de rectification successives, avec ou sans rétrogradation, pour l'obtenir dans l'état de plus grande pureté possible ;

» 2° Dans l'état où il peut être isolé des produits qui l'accompagnent, lorsqu'il a été soumis à l'action oxydante d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique étendu, de manière à en transformer la majeure partie en d'autres produits dérivés ;

» 3° Enfin dans l'état où il peut être isolé, lorsqu'après l'avoir éthérifié par oxydation, on le régénère en décomposant l'éther par un alcali hydraté.

» Il est à peine besoin d'ajouter que l'alcool non attaqué dans le deuxième cas, et l'alcool régénéré dans le troisième, n'étaient soumis ensuite à d'autres influences qu'à celle d'un agent déshydratant et à des rectifications successives, convenablement ménagées et répétées, comme lorsqu'il s'agissait de l'alcool primitif.

» Qu'il nous soit permis, avant l'exposé des résultats obtenus, de nous arrêter un instant sur quelques-unes des conséquences possibles de l'oxydation partielle ou de l'éthérification de chacun de nos trois alcools.

» Il était, jusqu'à un certain point, permis de penser que, si l'alcool primitif obtenu par des rectifications successives, diversement conduites, n'était pas rigoureusement pur, ou s'il résultait du mélange ou de l'union plus ou moins intime de composés divers, isomères entre eux ou complémentaires, l'oxydation pourrait agir différemment sur chacun des composants, et qu'alors le produit résidu non altéré pourrait différer, par quelques-uns de ses caractères, du produit primitif.

» Le produit brut de l'oxydation de chacun des alcools, dans nos expériences, se composait de trois parties principales. En représentant, d'une manière générale, par $C^{2n}H^{2n+2}O^2$ l'alcool soumis à l'épreuve, nous obtenions :

» 1° Une certaine quantité de l'aldéhyde correspondante $C^{2n}H^{2n}O^2$;

» 2° L'éther composé correspondant $C^{2n}H^{2n+1}O^3$, $C^{2n}H^{2n+1}O$, qui constituait la partie la plus considérable du mélange ;

» 3° De l'alcool non transformé par oxydation, constituant le second état sous lequel nous nous proposions de l'étudier dans le présent travail.

» Il conviendrait d'ajouter encore à ces trois produits une quantité variable de l'acide correspondant $C^{2n}H^{2n+1}O^3$ resté libre en dissolution dans le liquide brut après l'opération.

» Si la partie acidifiée de l'alcool primitif ou la partie éthérifiée par combinaison avec l'acide dérivé différait, à quelques égards, soit de l'alcool primitif lui-même, soit du résidu non oxydé ni éthérifié, en décomposant l'éther $C^{2n}H^{2n-1}O^3$, $C^{2n}H^{2n+1}O$ par un alcali convenablement hydraté, l'alcool régénéré ainsi obtenu devrait conserver des traces de cette différence, après avoir été déshydraté soigneusement et purifié.

» Celles des propriétés sur lesquelles ont plus particulièrement porté nos études sont :

» 1° La température d'ébullition ;

» 2° La densité à zéro et à diverses températures;

» 3° L'indice de réfraction à une même température;

» 4° Enfin l'action sur la lumière polarisée.

I. — Alcool amylique.

1. *Température d'ébullition.*

Alcool amylique n° 1 obtenu directement des produits bruts de la fermentation des jus de betteraves, par des rectifications successives, après déshydratation. Température d'ébullition sous la pression normale....	130° à 130°,2
Alcool amylique n° 2, résidu de l'oxydation partielle de l'alcool n° 1..	130° à 130°,5
Alcool amylique n° 3, obtenu des éthers par révivification..........	130° à 130°,4

2. *Densité.*

Températures observées.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
0°	0,826	0,826	0,8268
51,1	0,788	»	»
53,6	»	0,786	»
99,6	0,746	0,746	»
100,3	»	»	0,7465
121	»	0,725	»
121,6	»	»	0,725
123	0,722	»	»

Si, au moyen d'un calcul d'interpolation fort simple, on détermine les densités à un certain nombre de températures communes, de 25 en 25 degrés par exemple, on trouve :

Températures.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
0°	0,826	0,826	0,8268
25	0,808	0,808	0,809
50	0,789	0,789	0,790
75	0,768	0,768	0,769
100	0,746	0,746	0,747
125	0,720	0,720	0,721

3. *Indice de réfraction, à la température de 9 degrés, rapporté au milieu de l'orange.*

Angle du prisme employé.................. 52°22′

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Déviation minima.......	24°37′30″	24°38′	24°39′
Indice de réfraction.....	1,411	1,411	1,411

4. *Action sur la lumière polarisée.*

Les liquides ont été observés dans un tube de 20 centimètres de longueur, au moyen de l'appareil Soleil-Dubosq.

Déviation observée en sens inverse de celle que produisait le sucre cristallisé :

N° 1.	N° 2.	N° 3.
8 divisions.	9 divisions.	8,5 divisions.

c'est-à-dire que, *s'il existe* entre ces trois échantillons d'alcool amylique *des différences spécifiques*, ces différences ne sont accusées *ni par leur température d'ébullition, ni par leur densité, ni par la marche de leur dilatation, ni par leur indice de réfraction, ni par l'action qu'ils exercent sur la lumière polarisée.*

II. — Alcool butylique.

En soumettant à la même série d'épreuves les trois états correspondants de l'alcool butylique, nous avons successivement trouvé pour résultat :

1. *Température d'ébullition.*

Alcool butylique n° 1, obtenu directement des produits bruts de la distillation de la betterave, par des rectifications successives après déshydratation. Température d'ébullition, sous la pression normale.......................... 180°

Alcool butylique n° 2, résidu de l'oxydation partielle de l'alcool n° 1......... 100°

Alcool butylique n° 3, obtenu des éthers par révivification.................. 108°,1

2. *Densité.*

Températures.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
0°	0,817	0,018	0,817
11	0,809	»	»
51	»	0,779	»
54,7	»	»	0,773
55	0,774	»	»
100	0,732	0,732	0,731

D'où l'on peut déduire, par des interpolations faciles :

Température.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
0°	0,817	0,817	0,817
25	0,799	0,800	0,798
50	0,799	0,780	0,778
75	0,757	0,759	0,756
100	0,732	0,732	0,731
108	0,724	0,724	0,723

3. *Indice de refraction à la température de 9 degrés, rapportée au milieu de l'orangé.*

Angle du prisme employé..... 52°22′

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Déviation minima....	23°59′30″	24°	24°2′45″
Indice de réfraction...	1,401	1,401	1,402

4. *Action sur la lumière polarisée.*

Inappréciable sur les trois échantillions, c'est-à-dire que la température d'ébullition, la densité à diverses températures et l'indice de réfraction ne nous ont permis de constater *aucune différence spécifique sensible* entre ces trois échantillons d'alcool butylique, et que la lumière polarisée n'a subi de modification appréciable sous l'influence d'aucun d'eux.

III. — ALCOOL PROPYLIQUE.

Nous avons encore soumis à la même série d'essais, les trois états correspondants de l'alcool propylique; nous avons obtenu, de cette quadruple épreuve, les résultats suivants :

1. *Température d'ébullition.*

Alcool propylique, n° 1, obtenu directement des produits bruts de la distillation de la betterave par des rectifications successives après déshydratation ; température d'ébullition sous la pression normale... 98°5

Alcool propylique, n° 2, résidu de l'oxydation partielle de l'alcool n° 1. 98°5

Alcool propylique, n° 3, obtenu des éthers par révivification .... 98°2

2. *Densité.*

Température.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
0°	0,820	0,831	0,827
9,6	0,812	»	»
50,1	0,779	»	»
51	»	»	0,785
51,3	»	0,788	»
81,6	»	0,760	»
82,8	»	»	0,756
84	0,749	»	»

D'où l'on peut déduire, par de faciles interpolations :

Température.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
0°	0,820 (1)	0,831	0,827
25	0,800	0,810	0,807
50	0,779	0,788	0,785
75	0,758	0,766	0,763
98	0,736	0,744	0,741

3. *Indice de réfraction pris dans les mêmes conditions que précédemment.*

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Déviation minima.....	23°13′	23°17′	23°19′
Indice de réfraction ...	1,389	1,390	1,390

4. *Action sur la lumière polarisée.*

Inappréciable sur les trois échantillons, c'est-à-dire qu'à part quelques petits écarts insignifiants dans les densités (2), les trois échantillons d'alcool propylique, soumis aux diverses épreuves que nous venons de résumer, se sont conduits de la même manière, sans présenter de différences spécifiques réellement appréciables.

» En présence de ces résultats, nous nous croyons autorisés à conclure :

» 1° Que, dans les trois conditions bien distinctes dans lesquelles nous l'avons examiné, chacun de nos alcools s'est comporté comme une seule et même espèce chimique;

» 2° Que cette identité de propriétés physiques fondamentales, dans des conditions si diverses, peut être considérée, en outre, comme un indice de pureté pour chacun d'eux;

» 3° Que, sur ces trois alcools, un seul, l'alcool amylique, exerce une action sensible sur la lumière polarisée. »

---

(1) Une nouvelle détermination de la densité du n° 1, faite sur un autre flacon, a donné un résultat identique avec celui-ci.

(2) Ces petits écarts peuvent être attribués à des traces de propionate propylique, que la quantité limitée de produit n'aura pas permis de séparer avec une entière rigueur.

RAPPORTS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Boussinesq, *présenté le* 19 *avril* 1869, *avec additions du* 19 *novembre, et relatif à la théorie des ondes liquides périodiques.*

(Commissaires : MM. Delaunay, Bonnet, Jamin, de Saint-Venant rapporteur.)

« La formation et la propagation des ondes à la surface des eaux, ainsi que dans l'intérieur de leurs masses, ont occupé de tous temps les physiciens et les géomètres.

» Et, depuis que d'Alembert et Euler ont donné des équations différentielles exprimant d'une manière générale les mouvements des fluides, au moins quand on néglige les frottements qui se développent entre leurs couches et contre les parois qui les contiennent, les plus illustres de leurs successeurs ont cherché à déterminer par l'analyse les lois de ce phénomène intéressant. On sait qu'en se bornant à considérer des oscillations très-petites, ce qui est à peu près nécessaire pour pouvoir arriver à des résultats dignes de remarque, Laplace est parvenu, il y a bientôt un siècle (1), à exprimer ce que devient successivement un liquide pesant dont la surface, sans recevoir aucune impulsion, aurait été amenée initialement à prendre la forme de la courbe serpentante dont les ordonnées sont les cosinus d'arcs proportionnels aux abscisses; que Lagrange (2) a trouvé, lorsque l'eau est contenue dans un canal prismatique rectangulaire très-peu profond, une expression simple ($\sqrt{gh}$, ou la vitesse qu'acquiert librement un corps pesant tombant de la moitié de la profondeur h) pour la vitesse de propagation de cette intumescence aujourd'hui appelée *onde solitaire*, et qui est provoquée par un petit ébranlement longitudinal supposé s'étendre à toute la hauteur d'une section transversale; formule qui a été confirmée, depuis, par diverses expériences (3), et qui pourrait être démontrée élémentairement dans les cours

---

(1) A l'article XXXVII et dernier de ses *Recherches sur plusieurs points du système du monde* (*Mémoires de l'Académie des Sciences* pour l'année 1776, p. 542).

(2) *Académie de Berlin*, 1786; et ensuite, *Mécanique analytique*, 2e Partie, Section XI, art. 35 et suivants.

(3) Entre autres celles de Scott Russel (*Annales des Ponts et Chaussées*, vers 1836), de qui est la dénomination que nous venons de rapporter; celles de M. Bazin (*Comptes rendus*, t. LV, 353, et t. LVII, p. 302), qui a reconnu la nécessité d'ajouter à l'expression $\sqrt{gh}$ de

de physique de la même manière très-simple dont M. Babinet est parvenu, en 1826, à démontrer la formule plus connue de la vitesse du son (1). On sait que Poisson, après avoir très-bien fait voir que l'on ne pouvait nullement, en bornant la profondeur supposée des agitations, étendre cette formule, comme le pensait Lagrange, à ce qui se passe dans une eau profonde (2), a donné une formule générale pour les états successifs d'une masse d'eau de profondeur constante quelconque, dont la surface supérieure aurait eu une forme initiale aussi quelconque et donnée. Cette formule revient à la somme d'un nombre infini d'expressions, comme celle qu'on peut tirer de l'analyse de Laplace, et qui jouerait ainsi, dans la théorie des ondes, le même rôle que la formule pendulaire de Taylor dans celle des cordes vibrantes. Et Poisson, en transformant, comme Fourier, une pareille somme en une intégrale double ou quadruple, a montré comment on pourrait supposer discontinue la courbe de l'état initial de la surface. Mais il n'a pu en tirer des lois distinctes qu'en supposant l'eau infiniment profonde, et les ondes provoquées par l'émersion brusque d'un corps solide paraboloïdal, qui préalablement y aurait été très-peu immergé. La loi principale est toujours très-complexe, car l'illustre géomètre trouve qu'il se propage, tout autour, une première série d'ondes dont le rayon augmente proportionnellement au carré du temps, mais à laquelle vient bientôt se superposer une série d'ondes plus importantes et plus larges, dont chacune a plus de hauteur que la suivante et marche avec une vitesse qui dépend des dimensions horizontales du corps immergé.

» On connaît aussi, sur le même sujet, les recherches étendues de Cauchy (3), qui a pris occasion de la question des ondes pour donner

---

Lagrange la vitesse propre de l'eau quand elle est courante, et de prendre pour h la profondeur d'équilibre, plus celle de l'intumescence ; et celles de M. de Caligny, qui a prouvé que, pour un ébranlement peu profond, l'onde solitaire prend cette vitesse seulement lorsque le mouvement a eu le temps de s'étendre à toute la profondeur du canal.

(1) *Exercices de physique, ou Recueil de questions de composition écrite*, par I. (Isidore) Pierre, 196e exercice, p. 155 de l'édition de 1862. On peut voir aussi le *Mémoire sur le choc longitudinal de deux barres élastiques*, au tome XII, 1867, 3e série, du *Journal de M. Liouville*, note du no 16. L'auteur de ce Mémoire croyait être le premier à donner cette démonstration, dont il se plaît à reconnaître que la priorité appartient à M. Babinet.

(2) *Mémoire sur les ondes*, déposé le 28 août, lu le 2 octobre 1815 (*Société philomathique*, 1815 et 1817, p. 163 et 85) et imprimé au tome Ier (1826) de ceux de l'Institut.

(3) Mémoire qui a remporté le prix en 1816 et qui a été imprimé au tome Ier (1827) des *Savants étrangers*.

d'importants théorèmes d'hydrodynamique et d'analyse, et qui est arrivé à des résultats plus généraux pour les ondes provoquées par une brusque rupture de l'équilibre dans une portion peu étendue de la surface du fluide, en ajoutant ce qui arrive dans le cas d'une impulsion qu'on lui aurait imprimée. Des additions à son Mémoire de 1816 ont été faites postérieurement à la publication, par Fourier, d'une Note sur le même sujet, au *Bulletin de la Société philomathique*.

» L'auteur du Mémoire dont nous avons à rendre compte s'est proposé d'étudier un phénomène qui, malgré quelques analogies, est essentiellement différent, et dont les lois sont plus simples. Il considère une masse fluide d'une profondeur finie, où il suppose qu'un ébranlement périodique est produit dans un espace limité soit en tous sens, soit dans un ou deux sens, et il détermine les mouvements, nécessairement de même période, qui en résultent dans tout le reste de la masse, spécialement aux points situés au delà d'une certaine distance de ceux où l'ébranlement a été provoqué; mouvements qui, au lieu de s'éteindre graduellement, comme dans les questions traitées par les grands géomètres cités, conservent une amplitude qui ne varie pas avec le temps, vu que la cause productrice est supposée ne pas cesser d'agir.

» Pour cela M. Boussinesq commence par établir, d'une manière nouvelle, des équations différentielles générales du mouvement, où figurent les trois composantes rectangulaires, non pas des *vitesses* des molécules fluides comme dans celles d'Euler, mais des *déplacements* qu'elles ont éprouvés, et auxquels il suppose d'abord des grandeurs quelconques. A cet effet il exprime les trois conditions de l'équilibre de translation d'un élément parallélépipède ayant *actuellement* ses côtés parallèles aux trois axes coordonnés fixes et rectangles, après avoir déterminé, en résolvant successivement trois groupes de trois équations du premier degré, quelles étaient les coordonnées *primitives*, ou avant les déplacements éprouvés, de quatre des huit sommets de ce petit solide initialement obliquangle. Ce sont, en effet, les neuf différences deux à deux de ces coordonnées primitives, c'est-à-dire les neuf excès, sur celles (x, y, z) d'un des sommets, de celles de trois autres, qui doivent entrer dans les équations d'équilibre, et y affecter les neuf dérivées des composantes de pressions sur les faces de l'élément; composantes qui sont censées exprimées en fonction des coordonnées initiales et non des coordonnées ultérieures. On n'aurait évidemment que des équations d'équilibre non rigoureuses ni complètes si, au lieu de cela, l'on ne faisait entrer, dans les premiers membres de chacune, que trois des neuf

dérivées des composantes de pression, en les affectant des trois dimensions actuelles de l'élément devenu rectangulaire.

» En introduisant ensuite la supposition que non-seulement les côtés de l'élément, mais même les déplacements éprouvés, ont été très-petits, les équations se modifient, mais conservent une forme très-générale bien adaptée à la solution des problèmes d'ondes et de vibrations. Elles donnent la propagation du son à travers le liquide si l'on y néglige les termes affectés de la pesanteur, en mettant, à la place de la partie dynamique de la pression, le produit de la très-petite compression de l'unité de volume par un coefficient d'élasticité très-considérable; et elles donnent les ondes liquides proprement dites en conservant dans chacune, sans une pareille transformation, cette pression qui plus tard sera éliminée, et en regardant comme nulle, par rapport à chacun des trois termes qui composent son expression, la compression de volume, bien que l'existence de cette compression puisse seule expliquer physiquement la pression et ses différences. De pareilles équations, laissées avec tous leurs termes, l'on ne retirerait pas forcément cette conséquence paradoxale et physiquement fausse, fournie, suivant Poisson, par les équations ordinaires et incomplètes : « que les ébranle-» ments provoqués quelque part dans les liquides se transmettent *instanta-» nément* dans toute leur masse. »

» Dans les équations ainsi établies, M. Boussinesq a introduit de suite, conformément à son objet, la condition ou la restriction que les déplacements soient périodiques et de même période dans toute la masse. Il en résulte que le potentiel du déplacement d'une molécule quelconque, ou la fonction (φ) qui, différentiée par rapport à ses trois coordonnées, donne les trois projections (u, v, w) de ce déplacement sur les coordonnées respectives (x, y, z), n'est autre chose qu'une quantité proportionnelle à la fois au carré du temps d'une période et à la partie dynamique de la pression. Cette quantité est nécessairement périodique, et a pour grandeur le produit d'une fonction positive des coordonnées, mesurant l'amplitude de ses variations, par le cosinus d'un arc proportionnel au temps diminué d'une autre fonction des coordonnées; fonction qui, lorsqu'on l'égale à une constante, donne l'équation des ondes, c'est-à-dire des surfaces formées par un ensemble de points de la masse fluide, dont les vibrations sont au même instant à une même phase de leurs évolutions autour de la situation moyenne de chacun.

» Ces deux fonctions sont astreintes à satisfaire à deux équations différentielles indéfinies, et à des conditions définies relatives à la suface et au fond.

» Avant de les résoudre pour des mouvements propagés à partir d'un centre ou d'une surface quelconque d'ébranlement, l'auteur montre qu'on y satisfait par des ondes planes, verticales et parallèles, d'une vitesse de propagation constante, mais d'une amplitude variable de la surface au fond. Il trouve que cette amplitude doit être le produit d'une constante par le *cosinus hyperbolique* du nombre de fois que la distance au fond contient le rayon d'une circonférence mesurant la *longueur d'onde* (en appelant ainsi, comme dans d'autres théories, l'espace qui serait parcouru pendant le temps d'une période en vertu de la vitesse de propagation des ondes). Et, en exprimant la condition relative à la surface, il reconnaît que la vitesse de propagation est racine d'une équation exprimant que la tangente hyperbolique du nombre dont on vient de parler, particularisé pour les points de la surface supérieure, est à ce nombre lui-même, comme le carré de la vitesse inconnue est au carré de celle qu'acquerrait un corps pesant en tombant librement d'une hauteur égale à la moitié de la profondeur de la masse liquide. Cette équation transcendante, comme le démontre ingénieusement l'auteur, n'a jamais qu'une seule racine positive ou qui convienne à la question. On voit que, lorsque l'eau est assez peu profonde et le nombre des vibrations imprimées dans un temps donné assez peu considérable pour que la profondeur d'eau soit bien plus petite que la longueur d'onde, en sorte que la tangente hyperbolique soit sensiblement égale à son arc ou module, alors petit, l'on a, pour la vitesse de propagation l'expression trouvée par Lagrange relativement à l'onde solitaire; mais que quand la profondeur, au contraire, est grande et les périodes courtes, en sorte que la même tangente hyperbolique devient sensiblement égale à l'unité, la vitesse de propagation a pour valeur très-approchée, en mètres, 1 fois, 5612 $\left(\frac{g}{2\pi}\text{ fois}\right)$ le temps de la période en secondes.

» Or M. Boussinesq montre que le mouvement par ondes planes se réalise très approximativement lorsqu'on se borne à considérer des points assez éloignés des centres d'ébranlement. Le coefficient traité ci-dessus comme constant, qui, dans l'expression de l'amplitude, multiplie le cosinus hyperbolique d'un nombre proportionnel à la hauteur au-dessus du fond, se trouve remplacé par une fonction des cordonnées, mais extrêmement peu variable sur une même verticale, et ne variant que lentement d'une verticale à l'autre. Il reconnaît que les molécules décrivent, autour de leurs positions d'équilibre, de petites ellipses dans des plans verticaux, normaux aux ondes. Chacune de ces ellipses a son plus grand

axe horizontal. Infiniment aplaties auprès du fond aussi horizontal sur lequel la masse liquide repose, ces ellipses, si les vibrations ne sont pas trop lentes, approchent, vers la surface, de la forme circulaire, sans toutefois que la distance focale s'annule; car, pour toutes les molécules situées sur une même verticale, cette distance est constante, et égale par conséquent à la petite course rectiligne des molécules du fond. Chaque ellipse est décrite de manière que la molécule, en parcourant la moitié supérieure de sa trajectoire, s'éloigne de l'endroit du fluide où l'ébranlement a été provoqué, tandis qu'elle s'en approche en parcourant la moitié inférieure. Le mouvement par ondes rigoureusement planes, et représenté par deux coordonnées seulement, aura lieu dans un canal horizontal prismatique à section rectangle, si l'ébranlement périodique est provoqué dans un plan vertical et transversal. L'analyse donne, comme on voit, des résultats en rapport avec ce qui a été observé par M. de Caligny dans ses expériences, où, cependant, les oscillations n'étaient pas très-petites (1).

» Du reste, dans le cas le plus général, ces ondes, qui dans des portions peu étendues peuvent être regardées comme planes, sont, par le fait, des cylindres ayant tous, à très-peu près, les mêmes normales, et, par suite, les mêmes centres principaux de courbure. L'une d'elles étant donnée, toute autre s'obtient en menant à celle-ci une infinité de normales d'égale longueur, grande ou petite, et en faisant passer une surface par leurs extrémités. L'amplitude varie le long d'une même normale en raison inverse de la racine carrée de la distance au centre de courbure correspondant. D'une normale à l'autre, elle peut varier arbitrairement, et la fonction arbitraire ainsi introduite dépend du mode particulier de production des ébranlements. Il en est de même de la première surface d'onde considérée, c'est-à-dire de celle qui est la plus voisine des centres d'ébranlement parmi celles auxquelles s'applique la théorie exposée : sa forme change évidemment, suivant que le fluide est directement agité dans un petit espace autour d'un point, ou sur toute l'étendue d'une surface de longueur indéfinie.

» Ces lois s'observent pourvu que la vitesse de propagation des ondes soit, à très-peu près, constante. Or elle l'est dès que la distance aux points d'ébranlement contient un nombre assez grand de fois la longueur d'onde. Les variations fort petites de la vitesse sont alors, suivant une même normale aux ondes, en raison inverse du carré de la distance au centre de courbure correspondant.

» M. Boussinesq applique ces résultats au cas où les ébranlements ne sont

(1) *Société philomathique*, 1842, et *Comptes rendus*, 26 avril 1869, t. LXVIII, p. 980.

directement produits que dans un espace très-petit autour de l'origine, et où, par suite, les ondes sont des cercles circulaires concentriques.

» Ensuite, il y ramène le cas plus général où la première des surfaces d'onde considérées est un cylindre vertical à base quelconque. Il emploie pour cela des considérations géométriques délicates, qui ont de l'analogie avec celles dont s'est servi Fresnel dans ses explications de la réflexion et de la réfraction de la lumière; car il regarde chaque élément d'un certain cylindre construit à une petite distance constante en arrière de la première onde donnée, comme un centre ou un axe d'ébranlement qui engendre et propage, tout autour, des ondes à base circulaire. En considérant un point quelconque de l'onde donnée, il fait voir que la propagation des petites ondes circulaires dont on vient de parler y enverra des mouvements en partie discordants, et se détruisant les uns les autres, à l'exception de ceux qui émanent d'éléments verticaux fort proches du pied de la normale menée du point considéré au cylindre. Or, si l'on admet que les mouvements élémentaires envoyés suivant cette normale se trouvent, en arrivant au point considéré, en avance d'un huitième de vibration sur ceux qui y sont effectivement produits, la forme des mouvements élémentaires envoyés par les éléments verticaux voisins du pied de la normale équivaudra, au point considéré, comme l'auteur le démontre simplement, aux mouvements effectifs. Cette somme, vérifiant d'ailleurs les équations différentielles des ondes liquides périodiques, constitue, par conséquent, la solution cherchée.

» Mais, le même procédé géométrique et en quelque sorte élémentaire lui permet d'aborder aussitôt en peu de lignes un cas encore plus général et d'en indiquer la solution complète. C'est le cas où la surface cylindrique, sur toute l'étendue de laquelle l'amplitude des mouvements est supposée connue, couperait les ondes et ne serait plus, par conséquent, l'une de celles-ci. On devrait donner alors, en même temps, sur chaque verticale de cette surface, la direction de la surface d'onde qui y passe. On construira toujours, en arrière du cylindre proposé, un autre cylindre, lieu des axes des ondes circulaires fictives, alors obliques à l'un comme à l'autre; mais l'amplitude des éléments fictifs qu'envoie chacun des éléments verticaux de celui-ci, au lieu d'être proportionnelle à la largeur de l'élément, ne l'est plus qu'à la projection de cette largeur sur l'onde effective voisine.

» Déjà, dans un Mémoire sur les vibrations transversales de l'éther et sur la diffraction de la lumière, imprimé en 1868 (*Journal de Mathématiques*), M. Boussinesq s'était livré à des considérations semblables, susceptibles d'une utile généralisation.

» Il applique aussi sa théorie à un phénomène de *diffraction* des ondes liquides qui serait produit si une plaque verticale solide, plongée dans le fluide ébranlé, venait à intercepter une partie des ondes produites. Nous n'analyserons pas cette partie de son travail, dont les divers résultats sont établis analytiquement sans faire appel aux méthodes d'approximation. L'une des conclusions est qu'il se formera à la surface, au delà de l'obstacle, des franges ou rides hyperboliques.

» Nous ne le suivrons pas non plus dans les diverses parties d'une première Note finale, où il tient compte de termes de l'ordre des carrés et des produits des déplacements, c'est-à-dire supposés tels qu'on ne puisse plus les envisager comme très-petits. Les mouvements périodiques longitudinaux dans un canal, par exemple, ne peuvent alors être *pendulaires* que lorsqu'on suppose la profondeur infinie. Les centres des trajectoires des molécules diffèrent légèrement de leurs positions d'équilibre; et, dans ce même cas, comme le mouvement moléculaire *au fond* doit être nul, l'excentricité, égale pour tous les points d'une même verticale, comme on a dit, est nécessairement zéro partout, et les trajectoires sont toutes circulaires. Cela est conforme à une Note de M. Reech, insérée au *Compte rendu* du 10 mai 1869 (t. LXVIII, p. 1099), où ce cas est considéré. On voit que le travail de l'éminent Directeur de l'École du Génie maritime ne contredit nullement celui de M. Boussinesq.

» Nous dirons peu de choses aussi de ce que contient une dernière Note, intéressante cependant par son sujet, qui est relatif à l'action du frottement intérieur des liquides dans le phénomène des ondes périodiques. Si le coefficient de ce frottement n'est que ce qu'il a été dans les mouvements *réguliers* qui avaient lieu dans les expériences de M. Poiseuille, cette force ne change sensiblement rien aux équations différentielles *indéfinies* relatives aux points de l'intérieur de la masse; elle ne modifie que les conditions aux limites. Mais, à cause de sa petitesse, elle agit secondairement et tout au plus à la manière des forces appelées *perturbatrices* dans des phénomènes d'un autre ordre.

» Vos Commissaires pensent, en résumé, que M. Boussinesq a traité à un nouveau point de vue, et d'une manière aussi exacte que féconde, le problème intéressant des ondes liquides; qu'il a montré, dans son Mémoire, un remarquable esprit d'invention secondé constamment par l'habileté analytique, et ils vous proposent d'ordonner l'impression de ce travail dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un complément, présenté par* M. Tresca *le 7 février 1870, à son Mémoire du 27 novembre 1864 relatif à l'écoulement des corps solides malléables poussés hors d'un vase cylindrique par un orifice circulaire.*

(Commissaires : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant rapporteur.)

« Conformément à un vote de l'Académie, du 12 juin 1865, un Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des solides, présenté le 27 novembre de l'année précédente, a été imprimé au tome XVIII *des Savants étrangers.*

» Dans ce Mémoire se trouvaient mentionnées quarante expériences faites sur du plomb, quatorze sur d'autres métaux, et quarante sur des pâtes céramiques, sans compter quelques expériences faites sur des matières pulvérulentes ou granuleuses, ayant, comme dit leur auteur, un but secondaire.

» Mais, pour ces quatre-vingt-quatre expériences principales, dont l'auteur a fait passer, en séance, sous les yeux de l'Académie, les principaux résultats, il n'a donné dans son Mémoire qu'une seule épure, savoir : celle qui est relative à son expérience du 29 juillet 1864, faite avec dix plaques de plomb superposées.

» Si M. Tresca a usé d'une réserve aussi excessive, c'est qu'il ne savait pas encore les facilités que l'administration de l'Académie donne volontiers aux auteurs dont les travaux ont besoin d'être étudiés plutôt sur des dessins que sur des descriptions; descriptions et mesurages qui ne se trouvent pas non plus dans le Mémoire cité, car on n'y voit que la mention de la longueur des jets métalliques obtenus, et un résumé général et insuffisant des autres résultats.

» L'un de nous, en étudiant avec soin la matière, a eu plusieurs fois l'occasion de signaler, avec regret, cette absence d'épures, et conséquemment celle de la perte bientôt probable de documents laborieusement et dispendieusement recueillis, et dont la publication détaillée peut seule fournir des matériaux aux recherches théoriques comme aux applications pratiques qui peuvent en ressortir.

» Cette opinion ayant été également exprimée par d'autres Membres de l'Académie, M. Tresca vous présente aujourd'hui les épures des coupes faites dans les jets de matières ductiles, dont de fortes pressions ont déterminé l'écoulement par les orifices de plusieurs vases ou matrices, où il les avait mises le plus souvent sous forme de plaques minces superposées, dont

les joints restés apparents après leur incurvation peuvent fournir des indications sur les marches des particules.

» Ces épures de grandeur naturelle, dont la gravure sera peu compliquée, tiennent dans dix-sept planches de dimension médiocre, et sont accompagnées de l'indication des pressions qui ont déterminé l'écoulement, avec une légende. La variété des circonstances qu'elles retracent, et des résultats qu'elles présentent aux yeux, montre qu'elles sont utiles à publier dans leur totalité.

» L'intérêt à les connaître se trouve même augmenté depuis que l'auteur a présenté (24 mai 1869), sur le poinçonnage des métaux, un Mémoire que l'Académie vient d'approuver (14 février 1870), et dont la dernière partie contient une théorie de la déformation permanente des solides, également applicable à ses expériences d'écoulement de 1864, qui pourront servir ainsi à la vérifier, et fournir des données pour la détermination des constantes numériques devant entrer dans les formules.

» En conséquence vos Commissaires proposent l'insertion aux *Savants étrangers* du complément graphique présenté par M. Tresca à son Mémoire du 27 novembre 1864, déjà imprimé à ce recueil. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

CHIMIE. — *Rapport sur les travaux de* M. Auguste Houzeau *relatifs à l'ozone.*

(Commissaires : MM. Chevreul, Regnault, Balard, Fremy, Wurtz, Cahours rapporteur.)

« Le premier travail relatif à la modification que l'électricité fait éprouver à l'oxygène paraît remonter à l'année 1785. On le doit à Van Marum, qui reconnut que ce gaz acquérait l'odeur de la matière électrique après avoir été traversé pendant un certain temps par une série non interrompue d'étincelles. Il constata de plus que ses propriétés chimiques se trouvaient considérablement exaltées, puisqu'en cet état il oxydait le mercure à la température ordinaire, ce que ne fait pas l'oxygène normal.

» Cette découverte passa presque inaperçue, lorsqu'en 1840 Schœnbein observa que l'oxygène dégagé dans l'électrolyse de l'eau renfermait un principe odorant susceptible de noircir l'argent et de décomposer l'iodure de potassium en mettant l'iode en liberté. En outre, il constata que ce principe ne prenait naissance qu'autant que la décomposition de l'eau par

le courant électrique s'effectuait à basse température et en l'absence de tout corps oxydable employé soit comme électrode, soit pour augmenter la conductibilité de ce liquide. M. Schœnbein désigna ce corps, dont il ne put déterminer la nature, sous le nom d'*ozone*, du mot grec ὄζω, je sens.

» Rapprochant l'odeur du gaz dégagé dans l'électrolyse de l'eau de celle qu'exhale le phosphore en s'oxydant à l'air humide à la température ordinaire, Schœnbein découvrit un nouveau mode de production de l'ozone, et constata que la substance formée dans ces circonstances jouissait de toutes les propriétés de ce corps.

» Néanmoins les nombreux et intéressants travaux que Schœnbein publia sur cette substance ne lui permirent pas d'en déterminer la véritable nature. C'est à MM. Marignac et de la Rive, d'une part, à MM. Fremy et Edmond Becquerel, de l'autre, qu'on doit la solution définitive de cet important problème. Les premiers reconnurent que lorsque l'oxygène parfaitement pur était soumis à l'action d'une série d'étincelles électriques, il devenait odorant et acquérait toutes les propriétés de l'ozone, confirmant ainsi la brillante découverte de Van Marum. Les seconds démontrèrent qu'un volume déterminé d'oxygène pur et sec pouvait être complétement converti, sous l'influence de l'étincelle, en ozone entièrement absorbable par l'iodure de potassium. Cette expérience réduisait à néant l'opinion d'après laquelle on considérait l'ozone comme le résultat d'une impureté latente contenue primitivement dans l'oxygène et dégagée par l'intervention du fluide électrique.

» Ce fait considérable fut bientôt confirmé par les expériences de M. Andrews exécutées sur une grande quantité de matière.

» L'importance de ces travaux, dans lesquels toutes les expériences sont discutées avec une sévère logique, fut un instant atténuée par la publication de nouvelles recherches exécutées dans le laboratoire de Heidelberg par M. Baumert, qui crut devoir conclure à l'existence de deux sortes d'ozone : un ozone simple, identique à celui qui provient de l'électrisation de l'oxygène pur, et un ozone composé, tel que celui qui prend naissance dans l'électrolyse de l'eau. Ce dernier n'était autre qu'un tritoxyde d'hydrogène. Les expériences de M. Andrews, qui consacra plusieurs années à l'étude de cette importante question, établirent que, dans l'électrolyse de l'eau, nul composé de la forme de HO^3 ne prend naissance, qu'il ne se forme absolument que de l'ozone. Ainsi le corps désigné sous le nom d'*ozone* n'était autre qu'une modification allotropique de l'oxygène.

» La densité de ce produit, signalée par MM. Andrews et Tait comme

étant beaucoup plus considérable que celle de l'oxygène normal, serait, d'après les expériences très-précises de M. Soret, représentée par le nombre 1,658, c'est-à-dire une fois et demie supérieure à celle de l'oxygène normal.

» Tel était l'état de la question lorsque, en 1855, M. Houzeau publia sur ce sujet important de nouvelles recherches, qu'il a poursuivies jusqu'à ce jour avec une ardeur infatigable. Chargés par l'Académie de vous rendre compte des travaux de l'auteur, nous allons avoir l'honneur de vous en donner une analyse succincte.

» Dans un premier Mémoire (1), M. Houzeau fit connaître un nouveau mode de préparation de l'ozone qui se distingue des précédents parce qu'il est purement chimique. Il consiste à faire agir à froid l'acide sulfurique concentré sur du bioxyde de baryum parfaitement pur. L'oxygène qui se dégage dans cette circonstance est odorant comme l'ozone, et, comme ce gaz, il jouit de la propriété, lorsqu'il est humide, de noircir l'argent et de décomposer l'iodure de potassium avec séparation d'iode et formation de potasse, résultat dont il a tiré parti postérieurement pour la solution des problèmes relatifs à la production de l'ozone dans des circonstances variées.

» Après avoir constaté que l'oxygène odorant préparé par la méthode précédente renfermait plus d'ozone que celui qu'on obtient par les procédés employés antérieurement, l'auteur émit l'opinion que l'oxygène odorant représentait l'état naissant de ce gaz, et que c'était sous cette forme qu'il était contenu dans les combinaisons chimiques. L'ozone constituait donc l'état primitif de l'oxygène, et la difficulté de l'obtenir à l'état concentré résultait de son activité chimique et de sa facile destruction sous l'influence de la chaleur.

» M. Houzeau signala dans ce travail quelques différences entre l'oxygène odorant préparé par l'action réciproque de l'acide sulfurique et du bioxyde de baryum, et celui qu'on obtient par les procédés de Van Marum et de Schœnbein. Le premier, suivant lui, brûlerait instantanément l'ammoniaque en le convertissant en un mélange d'azotite et d'azotate, et se détruirait à une température beaucoup plus basse que ne l'avaient admis M. Schœnbein d'une part, MM. Marignac et de la Rive de l'autre.

» Étudiant, dans un second Mémoire (2), les différentes méthodes qui

---

(1) *Comptes rendus*, t. XL, p. 947.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXII.

servent à préparer l'ozone, M. Houzeau conclut que ce principe, quel que soit le mode de sa production, possède une constitution identique à celle de l'oxygène actif fourni par le bioxyde de baryum. Il confirma les expériences d'Andrews, et démontra de la manière la plus nette que l'ozone ne saurait être considéré comme un trioxyde d'hydrogène, qu'il prend non-seulement naissance lorsqu'on fait passer une série d'étincelles dans de l'oxygène parfaitement sec renfermé dans des ampoules de verre, mais encore lorsqu'on a tapissé préalablement leurs parois intérieures d'une couche uniforme et légère d'acide phosphorique anhydre. L'eau ne fait donc pas partie intégrante de l'ozone, et n'est pas nécessaire à sa production.

» Dans un troisième Mémoire, M. Houzeau passe d'abord en revue les divers procédés employés pour apprécier la proportion d'ozone contenue dans un gaz et fait connaître ensuite une nouvelle méthode pour reconnaître et doser ce principe.

» Cette dernière consiste à remplacer le papier ioduro-amidonné de M. Schœnbein, par un papier de tournesol rouge vineux imprégné dans la moitié de sa longueur d'une dissolution au centième d'iodure de potassium neutre. Cette partie bleuit sous l'influence de l'ozone, par suite d'une formation de potasse, tandis que le chlore, le brome, les composés nitreux qui décomposent également l'iodure de potassium ne donnent lieu à aucune coloration semblable. La portion du papier de tournesol qui est privée d'iodure sert de témoin pour les principes alcalins; au contact du gaz ammoniac, par exemple le papier mi-ioduré bleuit dans toute sa longueur, tandis que l'ozone n'affecte que la partie qui est imprégnée d'iodure neutre.

» Ainsi qu'on le voit, il n'y a donc pas de confusion possible.

» M. Houzeau a pareillement fondé sur ce même principe une méthode volumétrique, rapide et exacte tout à la fois, pour le dosage de l'ozone. Elle consiste à apprécier le poids de ce dernier d'après la quantité de potasse produite, résultat auquel il parvient en faisant passer le gaz chargé d'ozone à travers une dissolution titrée d'acide sulfurique très-étendu, contenant de l'iodure de potassium neutre. Au contact de l'acide, l'ozone transforme nettement l'iodure de potassium en potasse qui s'unit à l'acide et en iode qui se précipite. On chasse l'iode en soumettant la liqueur à l'ébullition, puis, après le refroidissement, on détermine la proportion d'acide restant au moyen d'une eau de chaux titrée. Nous nous sommes assurés par nous-mêmes de l'exactitude des assertions de l'auteur. Si quelques

personnes les ont considérées comme erronées, c'est qu'elles n'ont pas fait usage de liqueurs suffisamment étendues et d'agents chimiques convenablement préparés, entre autres de l'iodure de potassium bien neutre.

» Appliquant à l'atmosphère sa méthode d'investigation, l'auteur reconnut dans l'air de la campagne l'existence d'un principe qu'il considéra comme de l'ozone, le papier de tournesol y bleuissant fréquemment dans la partie iodurée.

» Cette conclusion fut repoussée par M. Cloëz, qui constata que si le papier de M. Houzeau ne bleuit pas au contact des vapeurs nitreuses, lorsqu'elles sont en quantités notables (confirmant ainsi les assertions de ce dernier), il n'en était plus de même lorsque ces vapeurs étaient très-diluées. Dans son opinion, ce que dans certaines circonstances on avait pris pour de l'ozone pourrait bien n'être que de la vapeur hypoazotique.

» Dans le but de répondre à ces objections, l'auteur entreprit une série d'expériences que nous allons rappeler brièvement (1).

» Après avoir établi que l'acide azotique et l'acide hypoazotique étaient les seuls composés oxygénés de l'azote qui pussent exister à l'état de liberté dans l'atmosphère, il combat leur intervention relativement à la coloration des papiers ozonométriques.

» Il constate, par exemple, que c'est lorsque l'air manifeste les propriétés acides les moins prononcées, que les réactifs de l'ozone se colorent avec le plus d'intensité. Qu'en outre, si les composés nitreux étaient la cause des colorations que prennent dans l'air de la campagne ses papiers réactifs, on devrait constater l'existence de ces composés dans les surfaces absorbantes de nature alcaline qu'on expose à leur influence. Or, on n'a pu en retrouver, même après un temps orageux, dans l'air de la campagne, dont l'activité chimique était néanmoins signalée par les papiers mi-iodurés. Et cependant ces mêmes surfaces absorbantes, soumises à l'action d'une atmosphère rendue artificiellement nitreuse, à la dose de 0,00005 en volume, retiennent une proportion facilement appréciable d'azotate.

» Deux expériences comparatives faites avec de l'air de la campagne et de l'air contenant en volume 0,00005 d'hypoazotide (acide hypoazotique) ont, en effet, démontré que cette atmosphère artificielle agissait bien moins activement que l'air normal examiné comparativement, encore bien qu'on pût y déceler l'existence des composés nitreux. Ces derniers

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLV.

ne sauraient donc être, d'après cela, la cause des altérations que l'air atmosphérique fait subir aux réactifs employés pour en constater l'activité chimique.

» Les observations si curieuses de M. Schœnbein relativement à la formation de l'eau oxygénée dans les conditions les plus diverses et la coloration qu'imprime cette substance au papier de tournesol vineux mi-ioduré suggérèrent à M. Fremy la pensée que la coloration observée dans beaucoup de circonstances par l'auteur, et attribuée par lui à l'ozone, pourrait bien être la conséquence de la formation de ce composé. Pour répondre à cette objection, M. Houzeau chercha tout d'abord une méthode qui lui permît de doser de très-faibles quantités d'eau oxygénée (1), et le meilleur procédé qu'il propose pour atteindre ce but consiste, comme pour le dosage de l'ozone, dans l'emploi de l'iodure de potassium et de l'acide sulfurique titré.

» S'agit-il de constater seulement la présence de l'eau oxygénée, M. Houzeau ajoute au liquide un mélange de chloroforme et d'iodure acidulé, non sans l'avoir toutefois fait bouillir préalablement avec une petite quantité d'acide sulfurique dilué pour détruire les chlorites, les hypochlorites, ou nitrites qu'il pourrait contenir et qui, en réagissant sur l'iodure, en déplaceraient l'iode à la manière de l'eau oxygénée elle-même. Ces précautions prises, quelque faible que soit la proportion d'iode mise en liberté, ce corps, en se dissolvant dans le chloroforme, lui imprime une coloration améthyste tout à fait caractéristique.

» On peut également mettre en évidence l'existence de très-faibles proportions de bioxyde d'hydrogène en faisant congeler partiellement la liqueur oxygénée, qu'on a soin d'agiter presque continuellement pour l'empêcher de se prendre en masse, puis ajoutant à la partie demeurée liquide une dissolution éthérée d'acide chromique.

» L'auteur nous a rendu témoins de deux expériences qui prouvent qu'il est possible de reconnaître par ce moyen la présence de l'eau oxygénée dans une dissolution qui n'en renferme qu'un vingt-cinq millionième de son poids.

» Mettant à profit cette méthode délicate d'analyse, M. Houzeau s'est mis à rechercher si l'activité chimique de l'air de la campagne ne devait pas être rapportée plutôt à la présence de traces d'eau oxygénée qu'à celle de l'ozone.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIII.

» Or en examinant l'eau de pluie tombée en rase campagne (1), la rosée recueillie sur des herbes, la vapeur d'eau condensée sous forme de givre contre les parois d'un récipient fortement refroidi dans les diverses localités où il opérait, l'auteur n'a pu y reconnaître la moindre trace d'eau oxygénée, bien que, dans ces différents cas, l'atmosphère se soit montrée active à l'égard du papier de tournesol vineux mi-ioduré. Il suffisait au contraire d'ajouter $0^{mm},122$ de bioxyde d'hydrogène à 1 décilitre de l'eau de pluie ou à la rosée recueillie dans les expériences précédentes pour y déceler immédiatement l'existence de ce produit. D'où l'auteur conclut que la vapeur d'eau oxygénée ne saurait être la cause des altérations que l'atmosphère fait éprouver au papier de tournesol mi-ioduré employé comme réactif de l'ozone.

» Nous ajouterons que, dans la pensée de l'auteur, et c'est aussi la nôtre, les faits divers exposés dans ce Mémoire ne démontrent pas plus l'absence absolue de la vapeur d'eau oxygénée dans l'atmosphère que celle des composés nitreux. M. Houzeau ne certifie qu'une chose, c'est que si ces principes existent en réalité dans l'air atmosphérique, ils ne s'y rencontrent que dans des proportions tellement faibles, que les réactifs très-sensibles dont il fait usage ne permettent pas de les apprécier. Dans le cas où, quelque jour, on viendrait à découvrir des procédés plus sensibles que les précédents, qui permissent de déceler dans l'air normal l'existence des vapeurs d'eau oxygénée et celle des composés nitreux, les conclusions de l'auteur n'en conserveraient pas moins leur valeur scientifique. Ses déductions se rapportant à des faits comparables entre eux, il n'en demeurerait pas moins acquis, en effet, que, dans le lieu où a opéré l'auteur, la vapeur d'eau oxygénée pas plus que les composés nitreux n'étaient la cause des altérations que l'air de la campagne a fait subir aux papiers de tournesol mi-ioduré employés comme réactifs de l'ozone.

» On ne saurait nier que la substitution du papier de tournesol vineux mi-ioduré au papier de M. Schœnbein pour l'étude de l'air atmosphérique et de la météorologie chimique ne soit un progrès sérieux dont on doit tenir compte à M. Houzeau, car l'emploi de ce réactif circonscrit nettement le problème sur lequel les travaux du célèbre physicien de Bâle ont appelé l'attention du monde savant.

» Il est indubitable, en effet, que l'altération, par l'air de la campagne, du réactif de M. Houzeau prouve qu'elle est le résultat d'un phénomène

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIV.

d'oxydation qui se traduit par une formation de potasse, ce que ne pouvait permettre d'établir le papier ioduro-amidonné, qui se colore sous les influences les plus diverses.

» Indépendamment de son réactif, M. Houzeau invoque l'odeur si particulière de l'ozone, pour reconnaître sa présence dans l'air doué de propriétés comburantes énergiques, tel qu'on l'observe à la campagne, particulièrement à certaines époques. A cet effet, il prend deux couvertures de laine parfaitement identiques, dont l'une est maintenue dans une chambre close et inhabitée, tandis que l'autre est exposée pendant le même temps à l'air de la campagne. Il a constamment constaté que, tandis que cette dernière exhalait une odeur qui rappelle celle de l'ozone, la première demeurait toujours inodore. Malgré toute la valeur que ce caractère peut présenter à l'auteur, nous ne saurions y insister, cette appréciation étant toute personnelle.

» L'air de la campagne jouit, comme on le sait, de propriétés décolorantes. Il suffit de rappeler l'ancienne pratique du blanchiment des toiles écrues, qui consistait à les laisser exposées pendant quelque temps à la surface des prairies. L'auteur a constaté qu'il jouit également de propriétés désinfectantes. Des expériences comparatives faites avec du linge sale présentant une odeur très-manifeste, exposé partie dans de l'air ordinaire et partie dans une atmosphère où le papier de tournesol mi-ioduré révélait la présence de l'ozone, donnaient une démonstration des plus concluantes de ce fait.

» Plusieurs caractères chimiques concourent donc pour prouver l'analogie de propriétés qui existent entre l'air de la campagne et l'ozone, et pour établir qu'il est au moins probable que c'est à cet agent que l'atmosphère emprunte son activité signalée par le papier de tournesol mi-ioduré.

» Nous ajouterons que les conclusions de M. Houzeau, relativement à la présence de l'ozone dans l'atmosphère, signalée par lui dès 1857, ont été confirmées par les nouvelles observations de M. Schœnbein et par les expériences de M. Andrews, c'est-à-dire par deux des savants étrangers, dont la compétence, en pareille matière, ne saurait être contestée.

» Pour M. Schœnbein, il y a parfois de l'ozone dans l'air parce que, dans certains cas, cet air brunit, en le peroxydant, un papier imprégné de protoxyde de thallium, ce que ne sauraient produire ni l'eau oxygénée, ni les composés nitreux qui sont sans action sur cet oxyde.

» Pour M. Andrews, ce ne peuvent être ni le chlore, ni le brome, ni l'iode

qui colorent les papiers ozonométriques, parce que de l'air dans lequel on a répandu des traces de ces corps ne cesse pas de colorer le papier ioduro-amidonné, quand on le fait passer à travers un tube suffisamment chauffé, alors qu'au contraire de l'air actif placé dans les mêmes conditions de température perd immédiatement cette faculté, par suite de la transformation en oxygène inactif, qu'éprouve l'ozone sous l'influence de la chaleur.

» Ainsi, voilà trois expérimentateurs, MM. Schœnbein, Andrews et Houzeau qui, par des moyens très-différents et en opérant dans des localités fort éloignées les unes des autres, arrivent à cette même conclusion, qu'il y a de l'ozone dans l'air atmosphérique.

» Or M. Houzeau ne s'est pas borné à établir l'existence de ce principe dans l'air, mais il a recherché et déterminé les circonstances relatives à sa diffusion dans l'atmosphère. C'est ainsi qu'il a démontré :

» 1° Que dans la même station météorologique l'activité chimique de l'air due à la présence de l'ozone varie du jour au lendemain;

» 2° Que, dans trois stations météorologiques (Paris, Rouen et campagne environnante), des observations faites le même jour, à la même heure et avec le même réactif, ont révélé, relativement à la manifestation de l'ozone, des différences très-considérables : d'où il faut conclure à l'influence des localités sur les propriétés chimiques de l'air ;

» 3° Que les saisons exercent la plus grande influence sur les manifestations de l'ozone atmosphérique, la proportion la plus considérable de ce principe se faisant remarquer durant le printemps et l'été, tandis qu'elle est relativement très-faible pendant l'automne et l'hiver : c'est surtout au mois de mai que la proportion d'ozone atteint son maximum ; tels sont les résultats constants fournis par huit années d'observations consécutives;

» 4° Qu'il existe une relation intime entre l'apparition de l'ozone ou sa manifestation exagérée et les grandes perturbations atmosphériques, telles que trombes, ouragans, tempêtes;

» 5° Que cette influence des grandes commotions atmosphériques sur la production ou le transport de l'ozone s'étend parfois à de très-grandes distances, et souvent même dans des régions où l'existence de ce principe n'est établie que par la coloration du papier de tournesol vineux mi-ioduré: ce qui prouve que les trombes, les ouragans, les tempêtes, qui, le plus souvent, traînent à leur suite la dévastation et la ruine au point de vue des intérêts matériels de l'homme, remplissent néanmoins un rôle important dans l'économie de la nature, puisqu'ils doivent être envisagés comme de puissants modificateurs de l'atmosphère.

» La manière dont l'auteur fait usage de son papier pour les observations dites *ozonométriques*, est des plus simples ; elle consiste à exposer chaque jour à l'air un nouveau papier, soustrait à l'influence du soleil ou de la pluie par un entonnoir en carton renversé, et à noter chaque jour si le papier a ou n'a pas bleui.

» Dans ses conclusions, l'auteur n'a tenu aucun compte de l'intensité de la couleur développée par l'ozone, de sorte que les chiffres qu'il donne se rapportent au nombre de jours où l'ozone s'est manifesté et non à la proportion de ce principe. C'est ainsi, par exemple, qu'en 1861 la saison très-active (printemps et été) est représentée par cent quatre jours à ozone, tandis que la saison peu active (automne et hiver) l'est par quarante-deux jours seulement.

» L'auteur ne prétend pas pour cela que l'air, pendant les jours qui se sont montrés négatifs à l'égard de son papier, ne contenait pas d'ozone, mais qu'il en renfermait seulement une dose inappréciable à ce réactif.

» Indépendamment d'un certain nombre de points importants, relativement à la nature de l'ozone, que l'auteur a élucidés, il a fait connaître les faits suivants :

» 1° Un procédé chimique pour préparer l'ozone : action réciproque de l'acide sulfurique et du bioxyde de baryum à froid ;

» 2° La nitrification instantanée de l'ammoniaque par l'ozone ;

» 3° Une méthode exacte du dosage de ce principe ;

» 4° Un papier réactif (papier de tournesol vineux mi-ioduré) pour reconnaître l'ozone plus sûrement que le papier ioduro-amidonné ;

» 5° Une méthode exacte pour doser l'eau oxygénée et un moyen très-sensible pour apprécier des traces de cette substance ;

» 6° La démonstration expérimentale de la présence de l'ozone dans l'atmosphère ;

» 7° Enfin, l'influence que les saisons et les localités exercent sur les propriétés chimiques de l'air dues à l'ozone.

» On peut, en résumé, faire deux parts des travaux de M. Houzeau : les premiers se rapportent à la production de l'ozone par l'action réciproque de l'acide sulfurique et du bioxyde de baryum ; les seconds sont relatifs à la recherche de l'ozone atmosphérique.

» Si la transformation partielle de l'oxygène en ozone au moment où ce gaz se sépare de ses combinaisons est un fait que les recherches de l'auteur ont mis hors de doute, peut-on dire qu'il ait résolu d'une manière incontestable la question relative à l'ozone atmosphérique ? Nous ne saurions

être aussi affirmatifs, les corps les plus divers pouvant modifier les papiers réactifs dont il fait usage à la manière de l'ozone.

» C'est ainsi que, dans la nitrification, il se produit des phénomènes qui peuvent simuler l'action de l'ozone, en rendant alcalin l'iodure de potassium. Or il nous paraît bien difficile d'admettre que l'ozone puisse prendre naissance dans l'air sans que sa formation soit accompagnée de celle des produits nitreux, qui, à très-faible dose, d'après les expériences de M. Cloëz, doivent influencer les papiers réactifs comme l'ozone même. Il est vrai que M. Houzeau, par des expériences comparatives, a démontré le bleuissement de son papier de tournesol mi-ioduré, alors qu'il constatait, à l'aide de mouchoirs imprégnés de potasse, l'absence de nitrate et de nitrite.

» Nous avons examiné avec un intérêt tout particulier les essais qu'a faits M. Houzeau dans le but de prouver que les indications fournies par son papier ozonométrique exposé à l'air n'étaient pas dues à de la vapeur d'eau oxygénée.

» Ici encore, bien que la démonstration repose sur des expériences très-précises et exécutées avec beaucoup de soin, il nous paraît néanmoins prudent de faire quelques réserves, les appareils employés pour opérer la condensation de cette substance ayant pu en amener la décomposition.

» En un mot, il pourrait exister dans l'air quelque produit dont nous ne pourrions retrouver la trace, soit qu'il se fût décomposé après avoir exercé son action, soit qu'il s'y trouvât en quantités trop faibles pour que son existence puisse être constatée par les méthodes ordinaires.

» Tant qu'on n'aura pas établi la présence de l'ozone dans l'air normal par un caractère direct, n'appartenant qu'à ce corps, tel que l'oxydation à froid de l'argent humide, il sera permis de conserver des doutes sur l'existence de l'ozone dans l'air atmosphérique.

» Nous sommes loin de nier que l'ozone puisse se former dans l'air, son existence nous paraît même très-probable et les expériences si précises de l'auteur tendent à l'établir; mais nous ne saurions l'affirmer d'une manière aussi certaine qu'il croit pouvoir le faire d'après l'ensemble de ses expériences, et, pour l'admettre définitivement, nous attendons une démonstration sans réplique de ce fait important.

» Néanmoins, dans l'espoir que M. Houzeau ne tardera pas à donner cette preuve que la science est en droit d'exiger, et aussi pour reconnaître les difficultés considérables qu'il a déjà surmontées dans ses importantes recherches sur l'ozonométrie, nous n'hésitons pas à proposer à l'Académie

l'insertion des travaux de M. Houzeau sur cette matière, dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Mémoire sur les courbes gauches algébriques.* Mémoire de M. G. HALPHEN, présenté par M. Chasles. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, O. Bonnet.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, je me suis posé la question suivante : *Trouver toutes les lignes gauches d'un degré donné;* et je suis parvenu à indiquer le moyen de résoudre entièrement ce problème.

» La même question peut être posée sous une autre forme : *Trouver toutes les courbes algébriques tracées sur les surfaces d'un degré donné.* On aperçoit immédiatement que la solution complète de l'un de ces deux problèmes entraîne celle de l'autre.

» La solution de ce second problème est contenue dans l'énoncé suivant : *Si l'on prend sur une surface de degré n chaque ligne* A, *de degré p, ayant au moins*

$$\frac{(p-n+1)(p-n+2)}{2}+\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}$$

points doubles apparents (points doubles de la perspective ne correspondant pas à des points doubles de la courbe), et qu'on y fasse passer une autre surface, cette surface coupe la surface de degré n, en outre, suivant une autre courbe B. *Les courbes* B *qu'on obtient ainsi en faisant varier p, et le degré de la seconde surface sont toutes différentes et constituent toutes les lignes existant sur la surface proposée. Le degré de la seconde surface est le plus petit degré des surfaces autres que celle de degré n qui passent par la courbe* B.

» Si l'on connaît donc toutes les courbes A, on pourra en déduire toutes les courbes tracées sur une surface de degré *n*. Or j'ai donné le moyen de trouver toutes ces lignes A. On peut donc considérer la question comme entièrement résolue.

» A l'égard des courbes tracées sur les surfaces du second ordre, ce théorème contient le cas particulier suivant, qui me paraît digne de remarque : *Les surfaces de degré minimum, qui passent par une ligne algébrique quelconque tracée sur une surface du second ordre, coupent, en outre, cette dernière seulement suivant des droites d'un même système.*

» Cette proposition conduit à répartir toutes les lignes algébriques tracées sur une surface du second ordre entre deux systèmes, comme les droites. On en déduit aussi le résultat suivant :

« Il existe, sur les surfaces du second ordre, des lignes gauches de de-
» gré p, dont le nombre des points doubles apparents est l'une quelconque
» des valeurs de l'expression

$$\frac{p(p-1)}{2} - q(p-q),$$

» q étant un entier quelconque variant de p au plus grand entier contenu
» dans $\frac{p+1}{2}$, et il n'en existe pas d'autres. Ces courbes sont sur des sur-
» faces de degré q. »

» Le nombre minimum compris dans l'expression $\frac{p(p-1)}{2} - q(p-q)$, qui est le plus grand entier contenu dans $\left(\frac{p-1}{2}\right)^2$, est le nombre minimum des points doubles apparents des courbes gauches de degré p.

» Soit s le nombre des points doubles apparents d'une courbe de degré p. Tant que s est inférieur au plus grand entier contenu dans $\frac{(p-1)(p-2)}{3}$, il n'y correspond que des courbes tracées sur des surfaces du second ordre.

» Si s a une des valeurs quelconques comprises entre le plus grand entier contenu dans $\frac{(p-1)(p-2)}{3}$ et $\frac{p(p-1)}{2}$, il y correspond toujours des courbes de degré p, dont les dernières sont composées; et, parmi toutes ces lignes, il y en a, pour chaque valeur de s, une située sur une surface du troisième degré.

» Tant que s est inférieur à $\frac{3p(p-4)}{8}$, $\frac{3(p-1)(p-3)}{8}$, ou $\frac{3(p-2)^2}{8}$, suivant que p est congru à 0, ± 1, ou 2 (mod. 4), il n'y a pas d'autres courbes que celles qui sont situées sur des surfaces du second ou du troisième ordre. Là commencent les courbes tracées sur les surfaces du quatrième degré.

» Tant que s est inférieur à $\frac{(n-1)(p-r)(p-n+r)}{2n}$, n étant un entier inférieur à $\sqrt{p}$, et r le reste de la division de p par n, il n'y a pas de courbes qui ne soient situées sur des surfaces de degré $(n-1)$, ou de degré moindre. Là commencent les courbes tracées sur les surfaces du $n^{ième}$ ordre.

» Parmi les courbes gauches de degré p, celles dont le nombre des points doubles apparents est un des entiers de $\frac{(p-2)(p-3)}{2}+1$ à $\frac{p(p-1)}{2}$ [quand ce nombre est compris entre $\frac{(p-1)(p-2)}{2}+1$ et $\frac{p(p-1)}{2}$, la courbe est composée] sont particulièrement remarquables par cette propriété que, s étant le nombre des points doubles apparents de l'une d'elles, sa perspective est une courbe de degré p, quelconque, ayant s points doubles, ce qui n'arrive pas pour les autres courbes gauches. J'ai démontré que *ces courbes sont déterminées par* $2p$ *points*.

» Les cas particuliers déjà connus de ce théorème sont les suivants : p droites sont déterminées par $2p$ points; les deux courbes gauches du quatrième degré sont déterminées par 8 points, la courbe gauche du troisième degré est déterminée par 6 points. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la digestion artificielle des féculents par la maltine.* Mémoire de **M. L. Coutaret.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« La maltine ou diastase végétale, retirée d'une macération tiède d'orge germé, permet d'établir des digestions artificielles fort curieuses sur toutes les substances féculentes *cuites* employées dans les ménages. Ces digestions artificielles aboutissent, en moins d'une heure, à un liquide laiteux, composé de fécule non digérée, de dextrine et de glucose, et il est facile de démontrer la puissante production de ce dernier corps par ses réactifs ordinaires.

» Voici un résumé succinct des principaux faits observés dans ces digestions artificielles :

» 1° Une coction préalable complète est indispensable.

» 2° La maltine agit d'autant mieux qu'elle est plus rapprochée de son état primitif de végétation.

» 3° L'eau est absolument nécessaire pour ces digestions artificielles, et il faut étendre en moyenne de dix fois leur poids d'eau les féculents cuits pour obtenir une saccharification normale.

» 4° La maltine exerce sur les féculents une action dissolvante variable suivant les espèces : 1 gramme de maltine digère à peu près 1800 grammes à 2 kilogrammes de fécule cuite. Mais il est nécessaire de faire intervenir, pour chaque espèce, une quantité variable d'eau, et de prolonger, pendant

plus ou moins de temps, la durée de la réaction, pour arriver à un résultat semblable chez tous.

» 5° La température de 35 à 40 degrés centigrades est celle qui convient le mieux aux digestions artificielles.

» 6° Cette action saccharifiante de la maltine sur les fécules est absolument identique à celle de la diastase salivaire sur les mêmes substances alimentaires. Bien plus, ces deux diastases, végétale et animale, se confondent entièrement au point de vue de leurs propriétés physiques, chimiques et physiologiques. Elles possèdent aux mêmes doses la même puissance dissolvante sur les féculents cuits. Il n'existe donc, à proprement parler, pour le règne végétal et animal, qu'une seule diastase, et on peut affirmer sans hésitation que la maltine est une véritable salive artificielle, une ptyaline végétale.

» On devine par là toute l'importance que peut acquérir la maltine dans le traitement des dyspepsies. Les féculents forment la base de l'alimentation humaine. Dans la majeure partie des cas de dyspepsie, ce sont les féculents qui, se digérant mal, amènent les troubles dyspeptiques, et l'on constate alors qu'il y a absence, diminution ou altération de la salive. La maltine rend d'immenses services dans ces cas si communs et si rebelles; ce médicament rétablit la normalité des fonctions, en suppléant directement à l'absence, au défaut ou au vice de la sécrétion salivaire.

» Depuis bientôt six ans, je l'emploie chaque jour dans ma pratique médicale; j'en ai obtenu des effets surprenants. Après le régime et les eaux alcalines, je ne connais pas de médicament possédant, dans les mêmes conditions, autant d'innocuité et d'efficacité curative. »

M. Goldenberg adresse, par l'intermédiaire de M. le général Morin, un « Mémoire descriptif du système de ventilation appliqué aux meules et aux polissoirs des usines du Zornhoff, près Saverne ».

En présentant ce Mémoire à l'Académie, M. le général Morin s'exprime comme il suit :

« L'Académie a déjà encouragé, en 1847, les améliorations introduites par MM. Peugeot, grands fabricants de quincaillerie, dans leurs usines d'Hérimoncourt, département du Doubs, pour soustraire les ouvriers aiguiseurs à l'action dangereuse de la poussière des meules de grès. Cette question importante n'a pas cessé, depuis 1841, d'éveiller aussi la sollicitude des officiers d'artillerie attachés anx manufactures d'armes, et des

améliorations notables ont été, sous ce rapport, récemment encore apportées aux manufactures de Chatellerault et de Saint-Étienne.

» Le moyen généralement en usage consiste à déterminer l'évacuation à l'extérieur de la poussière développée par les meules, soit pendant le travail, si l'on aiguise à sec, soit pendant le tournage ou riflage des meules dont on régularise la forme. On emploie, à cet effet, un ventilateur aspirant, dont l'action oblige cette poussière à passer dans des canaux disposés sous les meules, et de là au dehors.

» Non content de suivre l'exemple de ses prédécesseurs et d'imiter en partie les dispositions qu'ils avaient adoptées pour atteindre un but si désirable, M. Alfred Goldenberg, directeur des importantes usines du Zornhoff, près de Saverne, s'est attaché à les perfectionner sous divers rapports et à en étendre l'usage aux polissoirs en bois, sur lesquels on achève l'aiguisage à l'aide de poussière d'émeri.

» Il présente aujourd'hui à l'Académie, au concours au prix pour les Arts insalubres, un Mémoire et des dessins complets qui font connaître les améliorations qu'il a introduites et les résultats satisfaisants qu'il a obtenus.

» Après avoir écarté les difficultés matérielles, souhaitons-lui de pouvoir maintenir des règles de service assez fermes pour vaincre la déplorable insouciance que les ouvriers apportent, malheureusement trop souvent, à se préserver eux-mêmes du danger permanent qui les menace et qui limite d'une manière si fatale la durée de leur existence. »

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. **Delaurier** adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelle théorie générale de la production de l'électricité statique et dynamique, dite : *théorie électrothermique*, donnant la cause générale de la production de l'électricité par le frottement, par la chaleur, par les actions chimiques, etc. ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. **de Zycki** adresse, de Vilna, un Mémoire écrit en latin, sur « La pathologie et la thérapeutique du choléra ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. G. Adeline adresse une Note relative à sa précédente Communication sur « l'influence du cuivre, comme préservatif du choléra ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Aperçu d'une méthode directe et facile pour effectuer le développement de la fonction perturbatrice et de ses coefficients différentiels.* Mémoire de **M. S. Newcomb**, présenté par M. Delaunay.

« Dans les méthodes employées jusqu'ici pour obtenir le développement analytique de la fonction perturbatrice, les coordonnées des corps sont d'abord développées en fonction du temps; ces valeurs des coordonnées sont alors introduites tout entières dans l'expression qui donne la valeur de R; enfin les dérivées de R se déterminent en différentiant l'expression ainsi obtenue. Comme, par cette différentiation, les puissances des excentricités sont abaissées d'une ou plusieurs unités, il est nécessaire de pousser le développement jusqu'à des termes d'un ordre plus élevé que celui qu'on veut conserver dans les perturbations.

» Cette opération est longue et pénible, et nous n'avons eu, jusqu'à présent, aucun moyen de contrôler l'exactitude des résultats, si ce n'est de faire les mêmes calculs une seconde fois. On peut obtenir le développement, à l'aide du théorème de Maclaurin, par un moyen qui me paraît plus simple et plus élégant, et qui n'exige pas qu'on aille jusqu'à des puissances de l'excentricité supérieures à celles qu'on veut conserver dans les perturbations.

» Soient

v, v' les distances angulaires vraies des corps au nœud commun de leurs orbites;

λ, λ' les valeurs moyennes de v, v';

ρ, ρ' les logarithmes de leurs rayons vecteurs;

α, α' les logarithmes de leurs moyennes distances;

g, g' les anomalies moyennes;

σ le sinus de la demi-inclinaison mutuelle des orbites.

» J'emploie les logarithmes des rayons vecteurs au lieu des rayons vecteurs eux-mêmes, parce que d'importantes simplifications sont introduites

dans le développement lorsqu'on substitue les dérivées relatives à ρ et α à celles qui se rapportent à r et a. Mais, en écrivant les expressions, nous pouvons conserver r et a sans inconvénient.

» R est rigoureusement une fonction des cinq quantités ν, ν', ρ, ρ', σ. Mais, comme la présente méthode s'applique seulement au développement suivant les puissances des excentricités, nous supposerons que le développement relatif à σ a été tout d'abord effectué par la méthode ordinaire; et nous regarderons R comme une fonction des quatre variables ν, ν', ρ, ρ'. Nous aurons donc

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} R = f(\nu, \nu', \rho, \rho'),\\ D_e R = D_\nu R . D_e \nu + D_\rho R . D_e \rho,\\ D_{e'} R = D_{\nu'} R . D_{e'} \nu' + D_{\rho'} R . D_{e'} \rho'. \end{array}\right.$$

J'emploie la notation de Cauchy D_x^n pour exprimer la $n^{ième}$ dérivée d'une fonction par rapport à x. Par ces expressions, nous pouvons obtenir $D_e R$ et $D_{e'} R$ au même degré d'approximation que nous avons obtenu R.

» Différentions la seconde des équations (1) n fois successivement; nous trouverons

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} D_e^{n+1} R = D_e^n D_\nu R . D_e \nu + n D_e^{n-1} D_\nu R . D_e^2 \nu + \dfrac{n(n-1)}{2} D_e^{n-2} D_\nu R . D_e^3 \nu + \ldots\\ \qquad + D_e^n D_\rho R . D_e \rho + n D_e^{n-1} D_\rho R . D_e^2 \rho + \dfrac{n(n-1)}{2} D_e^{n-2} D_\rho R . D_e^3 \rho + \ldots. \end{array}\right.$$

Pour former les dérivées partielles qui entrent dans cette expression, nous remarquerons que les valeurs de ν et ρ, que nous devons substituer dans R, sont

$$\nu = \lambda + \left(2e - \frac{1}{4}e^3 + \ldots\right)\sin g + \left(\frac{5}{4}e^2 - \ldots\right)\sin 2g + \ldots,$$

$$\rho = \alpha + \frac{1}{4}e^2 + \frac{1}{32}e^4 + \left(-e + \frac{3}{8}e^3 - \ldots\right)\cos g$$
$$+ \left(-\frac{3}{4}e^2 + \ldots\right)\cos 2g + \ldots,$$

$\nu - \lambda$ n'étant autre chose que l'équation du centre, et $\rho - \alpha$ la partie correspondante de $\log r$. ν, ν', ρ, ρ' étant de la forme

$$\nu = \lambda + \varphi(e, g), \quad \nu' = \lambda' + \varphi(e', g'),$$
$$\rho = \alpha + \psi(e, g), \quad \rho' - \alpha' + \psi(e', g');$$

il est facile de voir que nous aurons en général

$$D_\nu^m D_{\nu'}^{m'} D_\rho^n D_{\rho'}^{n'} R = D_\lambda^m D_{\lambda'}^{m'} D_\alpha^n D_{\alpha'}^{n'} R,$$

pourvu que, dans le second membre de cette équation, R soit exprimé en fonction de λ, λ', g, g', α, α', e, e'. Si donc nous remarquons que

$$D_e^n D_\nu R = D_e^n D_\lambda R = D_\lambda D_e^n R,$$

et que $D_e \nu$ ne contient pas λ, l'expression (2) devient

$$\begin{aligned} D_e^{n+1} R = {} & D_\lambda (D_e^n R . D_e \nu + n D_e^{n-1} R . D_e^2 \nu + \ldots) \\ & + D_\alpha (D_e^n R . D_e \rho + n D_e^{n-1} R . D_e^2 \rho + \ldots). \end{aligned}$$

» A l'aide de cette expression, nous pouvons former les dérivées successives par rapport à e; en les déduisant de celles qui les précèdent. Pour obtenir les valeurs des dérivées pour $e = 0$, nous remarquerons que, puisque la différentiation relative à λ n'affecte pas les exposants de e, et que $D_e^n \nu$ et $D_e^n \rho$ sont tous deux indépendants de λ, nous pouvons supposer $e = 0$, avant de différentier par rapport à λ. Nous aurons donc :

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} D_e^{n+1} R_0 = {} & D_\lambda (D_e^n R_0 . D_e \nu_0 + n D_e^{n-1} R_0 . D_e^2 \nu_0 + \ldots) \\ & + D_\alpha (D_e^n R_0 . D_e \rho_0 + n D_e^{n-1} R_0 . D_e^2 \rho_0 + \ldots). \end{aligned} \right.$$

Dans cette expression, nous avons

$$\begin{aligned} D_e \nu_0 &= 2 \sin g, & D_e \rho_0 &= - \cos g, \\ D_e^2 \nu_0 &= \frac{5}{2} \sin 2g, & D_e^2 \rho_0 &= \frac{1}{2} - \frac{3}{2} \cos 2g, \\ D_e^3 \nu_0 &= - \frac{3}{2} \sin g + \frac{13}{2} \sin 3g, & D_e^3 \rho_0 &= \frac{9}{4} \cos g - \frac{17}{4} \cos 3g, \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ; & & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

» Pour trouver les dérivées relatives à e', nous remarquerons que $D_e^n R$ est une fonction de ν' et ρ', et ne contient e' qu'en raison de ce que cette dernière quantité est contenue dans ν' et ρ'. Si donc nous posons

$$D_e^n R = R^{(n)},$$

nous aurons

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} D_{e'}^m D_e^n R_0 = {} & D_{\lambda'} [D_{e'}^{m-1} R_0^{(n)} . D_{e'} \nu'_0 + (m-1) D_{e'}^{m-2} R_0^{(n)} . D_{e'}^2 \nu_0 + \ldots] \\ & + D_{\alpha'} [D_{e'}^{m-1} R_0^{(n)} . D_{e'} \rho'_0 + (m-1) D_{e'}^{m-2} R_0^{(n)} . D_{e'}^2 \rho_0 + \ldots], \end{aligned} \right.$$

l'expression se continuant sous la même forme que (3).

» Ayant poussé le développement aussi loin que nous le désirons, nous avons une preuve complète de son exactitude en montrant qu'il satisfait aux équations (2), qui sont équivalentes à

$$\begin{aligned} D_\lambda R . D_e \nu + D_\alpha R . D_e \rho &= D_e R, \\ D_{\lambda'} R . D_{e'} \nu' + D_{\alpha'} R . D_{e'} \rho' &= D_{e'} R. \end{aligned}$$

» De plus, nous pouvons ainsi porter l'approximation à une puissance plus élevée de e par la formule

$$R = R_0 + \int D_e R . de.$$

» Pour montrer l'application de nos formules, considérons le cas des planètes. Nous avons

$$R_0 = \Sigma b^{(i)} \cos(i\lambda' - i\lambda) + \Sigma b_1^{(i)} \cos[(i + 2)\lambda' - i\lambda] + \ldots,$$

$b^{(i)}, b_1^{(i)}, \ldots$, étant des fonctions bien connues de a, a' et α. Nous arrêterons notre attention sur le premier terme. Si nous posons $L = \lambda' - \lambda$, et que nous conservions seulement ce terme, nous aurons

$$D_\lambda R_0 = \Sigma i b^{(i)} \sin iL,$$
$$D_\alpha R_0 = \Sigma D_\alpha b^{(i)} \cos iL.$$

Multipliant la première de ces valeurs par $2 \sin g$, la seconde par $-\cos g$, puis ajoutant et remarquant que $b^{(i)} = b^{(-i)}$, nous trouverons

$$D_e R_0 = -\Sigma(2 i b^{(i)} + D_\alpha b^{(i)}) \cos(g + iL).$$

Différentiant cette expression par rapport à λ et α, nous aurons

$$D_\lambda D_e R_0 = -\Sigma(2 i^2 b^{(i)} + i D_\alpha b^{(i)}) \sin(g + iL),$$
$$D_\alpha D_e R_0 = -\Sigma(2 i D_\alpha b^{(i)} + i D_\alpha^2 b^{(i)}) \cos(g + iL).$$

Calculant la somme

$$2 \sin g . D_\lambda D_e R_0 - \cos g . D_\alpha D_e R_0 + \frac{5}{2} \sin 2g . D_\lambda R_0 + \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \cos 2g\right) . D_\alpha R_0,$$

nous aurons

$$D_e^2 R_0 = \sum \left(2 i^2 b^{(i)} + D_\alpha b^{(i)} + \frac{1}{2} D_\alpha^2 b^{(i)}\right) \cos iL$$
$$+ \sum \left[\left(2 i^2 - \frac{5}{2} i\right) b^{(i)} + \left(2 i - \frac{3}{2}\right) D_\alpha b^{(i)} + \frac{1}{2} D_\alpha^2 b^{(i)}\right] \cos(2g + iL).$$

La manière de continuer ce procédé est évidente.

» La méthode s'applique tout aussi facilement au cas de la Lune troublée par le Soleil. »

OPTIQUE. — *Sur la méthode suivie par* L. Foucault, *pour reconnaître si la surface d'un miroir est rigoureusement parabolique*. Note de **M. Ad. Martin**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans le Mémoire sur la construction des télescopes en verre argenté, inséré dans le cinquième volume des *Annales de l'Observatoire impérial*, L. Foucault a exposé la méthode qu'il suivait alors pour transformer en paraboloïde la surface du miroir qu'il avait amenée à la figure d'un ellipsoïde de révolution. Ses travaux ultérieurs l'ayant conduit à la modifier, je crois utile de publier celle qu'il lui a substituée et de donner quelques indications théoriques sans lesquelles elle ne pourrait être comprise. Je dois d'ailleurs supposer que le lecteur a sous les yeux le Mémoire cité.

» Si, devant un miroir rigoureusement parabolique, on place un point lumineux au voisinage du centre de courbure correspondant au sommet, les rayons qui en émanent viennent, après leur réflexion à la surface, se couper en des points successifs dont l'ensemble constitue une caustique analogue à celle représentée dans la *fig.* 11 du Mémoire cité, et qui, pour une position du point lumineux très-voisine du centre de courbure, devient facile à construire à l'aide de la développée de la parabole. En plaçant l'œil dans des conditions telles qu'il reçoive le faisceau réfléchi entier sur la pupille, ce qui fait paraître le miroir uniformément éclairé (p. 7, 2e paragraphe) et faisant mouvoir un écran à bords rectilignes transversalement au faisceau refléchi, de droite à gauche par exemple, et en avant du sommet de la caustique, on intercepte successivement les rayons qui viennent des bords de droite du miroir, tandis que si l'écran est en arrière du sommet de la caustique vers l'observateur, les rayons interceptés seront ceux qui viennent des bords de gauche.

» On voit donc que la concordance entre la marche de l'écran et celle de l'extinction annonce que les rayons éteints n'étaient pas encore arrivés à converger avec ceux qui les avoisinent, et que la marche inverse de l'écran et de l'extinction qu'il produit indique que la convergence est dépassée et que ces rayons divergent. Appliquons ceci à l'effet produit par l'écran marchant transversalement de droite à gauche, d'abord au sommet de la caustique, puis successivement dans des plans qui s'éloignent de plus en plus du miroir.

» Au sommet de la caustique, l'écran rencontre d'abord les rayons qui, venant du bord de droite du miroir dont le rayon de courbure est un peu plus grand que celui du centre, convergent tardivement; il les arrête; la

surface s'assombrit donc vers la droite, et, comme au voisinage du sommet, les rayons qui viennent du centre sont en concordance à peu près parfaite, on verra au centre du faisceau une étendue paraissant à peu près uniformément éclairée, et qui, ainsi que cela a été expliqué dans ce cas (p. 8, ligne 2), s'assombrira d'une manière égale en tous ses points avant de subir l'extinction complète. L'aspect qui se produira à l'œil en ce moment, sera donc celui d'un plateau à bords renversés, dont la section s'obtient par la construction ordinaire du solide que Foucault a appelé *solide différentiel*, et qui, dans ce cas, est donné par la différence entre les ordonnées de la surface parabolique en observation et celle de l'ellipsoïde osculateur au sommet, dont les foyers sont : l'un le point lumineux et l'autre le point de l'axe coupé par l'écran.



La production de l'apparence du plateau donne donc la position du foyer des rayons réfléchis par la partie centrale du miroir.

Si maintenant on dispose l'écran dans un plan plus reculé vers l'observateur, il donne d'abord l'apparence représentée dans la *fig.* 14 du Mémoire cité; puis, dans une station plus éloignée en s'' par exemple, au delà du point s' où il cesse de rencontrer des rayons qui n'ont pas encore convergé, il coupe d'abord la caustique dans la région de droite et arrête par conséquent les rayons qui viennent de la gauche du miroir au point de celui-ci, où se réfléchissent les rayons qui viennent se couper en a. L'écran, continuant à se mouvoir dans le même plan s'', éteindra successivement tous les rayons, et lorsqu'il arrivera en a', il ne laissera plus passer que quelques rayons qui formeront l'apparence d'une tache blanche sur la

droite du miroir. Ces rayons ont subi la réflexion au lieu même où se produit la tache blanche.

» L. Foucault cherchait la position s'' de l'écran qui produit l'extinction dernière, sur les bords mêmes du miroir. Cette distance, qui est liée à la différence des rayons de courbure aux bords et au centre du miroir, c'est-à-dire à la forme de celui-ci, avait été déterminée avec soin par lui pour les diverses grandeurs de miroirs, et par des mesures nombreuses. Il l'appelait la *mesure de parabolicité*.

» Pour les miroirs qu'il a construits, le diamètre était le sixième du foyer ou le douzième du rayon de courbure; ces miroirs étaient donc semblables, et la mesure de parabolicité était proportionnelle au diamètre du verre, et dans les expériences où il employait toujours le même point lumineux de $\frac{1}{5}$ de millimètre environ de diamètre, cette mesure était égale à sept fois (à très-peu près) la flèche des bords du miroir.

» Un autre moyen de mesure lui servait concurremment avec le précédent; il était fondé sur l'emploi du microscope oculaire, avec lequel il recevait le faisceau de rayons réfléchis.

» Lorsque le foyer de ce microscope est placé en s au sommet de la caustique, on a une image bien nette du point lumineux et des petites irrégularités qui peuvent se trouver sur le contour de celui-ci; cette image est entourée d'une auréole d'aberration qui va en se fondant vers les bords, et qui est due aux rayons marginaux qui convergent tardivement. Si l'on recule le microscope vers soi, jusqu'à ce que son foyer soit en s', au point de croisement des rayons des bords, avant leur convergence avec les rayons centraux qui commencent à diverger, tous les rayons passent alors dans l'anneau s', et, sans donner d'image proprement dite, produisent en ce point l'apparence d'un cercle dépourvu d'aberration et à bords bien déterminés. Puis, au delà, les rayons coupent l'axe, et l'image se perce au centre en s''', d'un point relativement obscur, qui s'élargirait en reculant encore le microscope.

» Ce phénomène, qui se produit d'une manière bien nette, permet de constater la valeur de la courbure des bords : si la source lumineuse était un point mathématique, la distance ss''' serait précisément égale au double de la flèche ou abscisse du bord du miroir, et si la surface est bien parabolique, en limitant son étendue par des diaphragmes de grandeur convenable, on doit trouver que la distance ss''', qui varie avec chaque grandeur de diaphragme, est proportionnelle au carré de l'ouverture de celui-ci.

» L. Foucault ne s'est pas borné à l'observation précédente, faite au centre de courbure, il a aussi déterminé la mesure de parabolicité relative à d'autres stations du point lumineux. Un miroir qui, étudié sur les étoiles, avait justifié de la perfection de sa surface, lui servait alors à trouver les valeurs numériques de la parabolicité par l'emploi de l'écran à bords rectilignes.

» La recherche à l'aide du microscope de la distance *ss'* se fait ici très-facilement, en considérant que, au point où se perce l'image du point lumineux, on est au foyer annulaire des bords, et que, pour trouver cette position, il suffit de résoudre le problème suivant : *La position de la parabole et du point lumineux* L *situé sur son axe restant fixes, chercher les foyers conjugués* L' *des ellipses successives qui, ayant le même axe que la parabole, sont tangentes à celle-ci en des points qui, partant du sommet, s'éloignent de plus en plus de lui.*

» Celui de ces points L' pour lequel l'image se perce est celui pour lequel le contact de l'ellipse et de la parabole a lieu sur le bord même du miroir.

» Les résultats que donne le calcul dans la résolution du problème précédent sont parfaitement d'accord avec les nombres que fournissent des miroirs qui, étudiés sur le ciel ou par collimation avec d'autres miroirs identiques, amenés à la même mesure de parabolicité étudiée au centre de courbure, donnent les meilleurs signes de perfection.

» Il y a lieu de remarquer que cette recherche de la parabolicité est plutôt un guide à consulter qu'un but à atteindre effectivement, l'influence des oculaires se faisant toujours sentir dans l'image définitive. Quand on a obtenu une surface qui approche de cette forme théorique, il y a encore lieu d'associer le miroir à l'oculaire comme Foucault l'a indiqué et constamment mis en pratique.

» Enfin il a imaginé une méthode à laquelle il a donné le nom d'*autocollimation,* et qui lui permettait de s'assurer de la perfection d'une lunette destinée aux observations astronomiques : je la décrirai rapidement, et je donnerai les modifications que j'ai dû lui faire subir pour l'appliquer à l'étude des miroirs paraboliques.

» Ce sera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle espèce de thermomètres.* Note de **M. A. Lamy**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Il y a environ six mois, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note concernant un nouveau pyromètre fondé sur les phénomènes de dissociation (1). Je terminais cette Note, en disant que je serais naturellement conduit à « généraliser l'emploi du nouvel instrument, par le choix » de substances diverses, dont les conditions de dissociation permettraient » d'embrasser l'échelle à peu près complète des températures. »

» Cette extension du principe de la dissociation à la construction des thermomètres en général m'aurait permis, sans doute, de donner à ma Communication le titre de : « Note *sur une nouvelle espèce de thermomètres* ».

» Mais alors mon but était d'appeler tout particulièrement l'attention de l'Académie sur l'importance que j'attache au nouveau pyromètre. Aujourd'hui, pour montrer mieux encore tout le parti qu'on peut tirer des thermomètres fondés sur le même principe, je viens soumettre au jugement de l'Académie un instrument de cette nature, destiné simplement à l'évaluation des températures ordinaires.

» Au premier abord, il peut paraître superflu de chercher de nouveaux instruments pour mesurer les températures inférieures à 300 degrés, puisqu'on possède, pour cet objet, les thermomètres à air et à mercure qui offrent toute la précision désirable.

» Mais s'agit-il d'apprécier les variations de la température dans un puits, un trou de sonde, ou plus généralement dans une couche plus ou moins profonde du sol, de l'Océan ou de l'atmosphère, les thermomètres fondés sur la dissociation auront une incontestable supériorité sur tous les autres, en ce qu'ils permettront de suivre ces variations, à une distance pour ainsi dire quelconque, de la façon la plus sûre et la plus commode, dans le cabinet même de l'observateur, et chaque fois qu'il pourra plaire à celui-ci de jeter les yeux sur le manomètre indicateur.

» On n'a pas oublié, en effet, que la tension d'un gaz abandonné par un corps partiellement décomposé sous l'influence de la chaleur ne dépend pas du volume de ce gaz, ou, ce qui est la même chose, de la capacité du récipient qui le renferme, mais seulement de la température du corps ; de

(1) Séance du 2 août 1869.

sorte que celle-ci restant constante, la tension de dissociation reste aussi constante. C'est, en un mot, une tension maxima, comme celle de la vapeur d'eau à saturation.

» Pour faire choix de la substance la plus propre à remplir le but particulier que je me proposais, il m'a suffi de recourir à un Mémoire remarquable publié par M. Isambert *sur la dissociation de certains chlorures ammoniacaux* (1). Les nombreuses expériences, qui sont consignées dans ce travail, peuvent être considérées comme les plus importantes parmi celles qui ont contribué à établir la loi de dissociation découverte par M. Henri Sainte-Claire Deville, parce qu'ayant été faites à des températures inférieures à 200 degrés, faciles à produire et à évaluer, elles ont permis de mesurer exactement les tensions *maxima* de dissociation correspondant à ces températures.

» Or, si l'on examine la table des tensions relatives au composé de chlorure de calcium et d'ammoniaque, représenté par la formule $CaCl, 4AzH^3$, on reconnait qu'entre zéro et 46°,2, les tensions du gaz ammoniac varient depuis 120 millimètres jusqu'à 1551 millimètres, c'est-à-dire comprennent une course de la colonne mercurielle du manomètre, d'un diamètre d'ailleurs arbitraire, égale à $1^m,431$! Ce composé est donc éminemment propre à la construction d'un thermomètre des plus sensibles, pour l'évaluation des températures comprises entre zéro et 46 degrés centigrades.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que, pour une partie différente de l'échelle thermométrique, il faudrait faire choix d'un autre composé, parmi ceux que présente le Mémoire de M. Isambert.

» Le chlorure de calcium ammoniacal étant une poudre très-légère, qui ne peut que conduire mal la chaleur, j'ai renoncé au verre, d'ailleurs trop fragile, pour matière de l'enveloppe du nouveau thermomètre. L'enveloppe que j'ai choisie est en cuivre étamé; elle est formée d'une petite boîte ronde aplatie, qui constitue le réservoir, de la largeur d'une pièce de cinq francs à peu près, sur une hauteur de 7 à 8 millimètres, et d'une tige creuse, fixée en son milieu, de 4 à 5 millimètres de diamètre, et de 15 centimètres de longueur. Par l'extrémité libre de la tige, on a introduit dans la boîte 3 à 4 centimètres cubes, ou un gramme au plus, du chlorure $CaCl, 4AzH^3$, bien sec; puis cette extrémité a été soudée à un tube en plomb de $1^{mm},51$ environ de diamètre intérieur, et d'une longueur suffisante pour aller, du milieu où doit être placé le réservoir, au mano-

(1) Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris en juillet 1868.

mètre qui doit marquer les tensions (1). Ce manomètre n'est autre chose qu'un tube de verre à deux branches contenant du mercure, le long duquel est disposée une échelle divisée en millimètres. — Un simple tube droit, de 80 centimètres de longueur, plongeant dans une cuvette à mercure, suffirait dans le cas, où l'on ne devrait pas estimer de températures au-dessus de 30 degrés. — L'air de tout l'appareil a été aspiré, au moyen d'une petite pompe, par l'extrémité de la branche ouverte du manomètre, et remplacé par du gaz ammoniac sec et pur. Enfin, on a chassé l'excès de ce gaz, en chauffant avec précaution le réservoir à chlorure ammoniacal, de manière qu'à la glace fondante la tension, devenue constante, fût celle de la table dressée par M. Isambert, ou 120 millimètres.

» Ainsi construit, le thermomètre est en même temps gradué, puisque la table en question donne le degré correspondant à la tension observée, rapportée, bien entendu, à la pression barométrique, au moment de l'observation (2). On peut, d'ailleurs, s'affranchir de l'obligation de consulter le baromètre, en fermant hermétiquement la branche du manomètre, après y avoir fait le vide.

» Un pareil instrument n'est ni coûteux, ni fragile, ni d'un maniement délicat. Sa sensibilité, sous le double rapport de l'étendue des indications et de la rapidité de leur transmission, est des plus remarquables. En outre, comme dans tous les appareils fondés sur le même principe, cette sensibilité devient d'autant plus grande que la température s'élève davantage. Mais son principal mérite, celui par lequel il se distingue de tous les autres thermomètres connus, le thermo-électrique de M. Becquerel excepté, c'est qu'avec cette grandeur d'indications des plus apparentes, et par une simple lecture, il fait connaître, à chaque instant, la température exacte du milieu plus

---

(1) Dans le dernier de ces instruments que j'ai construits, le tube de communication entre le réservoir et le manomètre a 20 mètres de longueur.

(2) Le réservoir du thermomètre peut être encore plus petit que celui dont j'ai donné les dimensions. Pour des recherches délicates, de variations très-faibles de température, il pourrait avoir à peine la largeur d'une pièce de dix centimes sur une hauteur de 4 à 5 millimètres. En effet, 1 gramme du chlorure, $CaCl, 4AzH^3$, ne contenant pas mois de 758 centimètres cubes de gaz ammoniac, $0^{gr},2$ de ce composé en renfermeraient encore bien assez pour suffire à l'accroissement de volume résultant de la dépression du mercure dans le manomètre (diamètre : 5 à 6 millimètres), sans que la tension de dissociation cessât d'être celle qui convient au composé en question : de même qu'une très-petite quantité d'eau peut fournir de la vapeur *saturée* en quantité suffisante, dans un tube barométrique où la variation de volume n'est autre que celle qui résulte de l'accroissement de tension.

ou moins éloigné où le réservoir est plongé; car, je le répète, la tension observée, ou le degré, dépend uniquement de la température même de la substance contenue dans ce réservoir, et nullement de son volume, pas plus que du volume ou de la température des autres parties de l'appareil jusqu'au manomètre.

» A cause de ces avantages, que j'ai déjà signalés dans ma Communication sur le pyromètre à marbre, les thermomètres fondés sur les lois de la dissociation sont d'un emploi très-général, et sont appelés, si je ne me fais pas illusion, à rendre de précieux services, aussi bien pour la mesure des hautes températures dans la science et l'industrie, que pour la mesure des basses températures dans la météorologie et la physique du globe. Ils seront utilisés dans bien d'autres circonstances que je ne saurais indiquer ici, et, notamment, toutes les fois qu'on voudra estimer sûrement des variations de température très-faibles, ou bien, sans se déranger, suivre ces variations sur un point plus ou moins éloigné du lieu où l'on est placé. J'ajoute enfin que, par des combinaisons faciles à imaginer, tous ces thermomètres pourront être transformés aisément, au besoin, en instruments enregistreurs, régulateurs ou avertisseurs. »

« M. **Becquerel** fait remarquer qu'en ce qui concerne la détermination des températures dans le sol à diverses profondeurs, il a donné, il y a plusieurs années, une méthode basée sur l'emploi des courants thermo-électriques qui est très-simple, très-exacte et très-sensible, et qui est même employée dans plusieurs établissements. Cette méthode, suivie au Muséum depuis 1863, donne journellement la température de 5 mètres en 5 mètres, jusqu'à une profondeur de 36 mètres; M. Becquerel fait connaître tous les ans à l'Académie les observations recueillies et les conséquences qui en résultent pour la physique du globe; cette méthode lui paraît préférable à celles qui ont été proposées pour atteindre le même but, attendu, d'une part, qu'elle est exempte de causes d'erreur provenant de changements dans les masses des substances employées dans les appareils basés sur les changements de volumes des corps, et, de l'autre, que les appareils étant pour ainsi dire indestructibles, puisqu'ils sont entourés de béton, permettront de reconnaître dans l'avenir si la température du terrain parisien a éprouvé des variations. »

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles observations sur le diamant découvert à Dlaschkowitz (Bohême).* Extrait d'une Lettre de **M. A. Schafaritz** à M. H. Sainte-Claire Deville.

«... J'ai l'honneur de vous annoncer que la pierre de Dlaschkowitz a subi l'épreuve du feu. L'essai chimique a simplement confirmé le résultat tiré de l'étude des caractères physiques, et j'avoue franchement que, dans ma conviction, ces derniers suffisent à la rigueur pour constater si une pierre de 57 milligrammes est du diamant ou non. Certainement, à propos du diamant, le doute était permis, et je vous remercie de m'avoir fait voir l'importance de l'essai chimique, dont la parfaite réussite me donne à présent une agréable satisfaction. J'avais disposé un appareil de manière qu'on pût y brûler le diamant; et, avant de faire l'essai sur la pierre de Dlaschkowitz, j'ai brûlé devant une Commission, dans le même appareil, quelques éclats de diamant ordinaire. Il va sans dire qu'après cela, le tube de combustion et l'eau de baryte furent changés.

» Comme je n'ai pu pratiquer de rainure dans notre pierre, j'ai dû renoncer au clivage et rogner la pierre à l'aide d'une forte pince; les cinq éclats détachés par ce procédé un peu rude pesaient ensemble 2 milligrammes et disparurent en moins de quinze secondes dans l'oxygène.

» Quant à la *probabilité* que l'on trouve du diamant dans le sable pyropifère, je regrette d'avoir accentué d'une manière trop prononcée l'origine plutonique de la plupart des minéraux du sable de Dlaschkowitz, mais c'est une vue particulière à moi, qui ne peut en rien préjudicier aux faits. La gangue du pyrope, c'est la serpentine; à quelques lieues à l'ouest de Dlaschkowitz, on a le remarquable petit bassin de Méronitz, entouré de collines de basalte, et rempli d'un conglomérat calcaire assez compacte, qui renferme les mêmes pierres précieuses que le sable de Dlaschkowitz et en outre de nombreux fragments de serpentine décomposée, parsemés de pyrope. M. Reuss attribue l'origine du corindon, du spinelle, du zircon, de la cyanite, etc., au gneiss; je pensais au basalte, ayant en vue le beau basalte d'Unkel (Prusse rhénane), parsemé de zircon et de corindon bleu. Du reste, déjà dans ma Communication du 24 janvier, j'ai désigné explicitement le sable de Dlaschkowitz comme une formation mixte, due au contact, peut-être sous-marin, du basalte avec le terrain crétacé; il aurait fallu ajouter : la serpentine et le gneiss. Aujourd'hui, j'ai la satisfaction de pouvoir m'appuyer sur l'opinion de mon cher maître en minéralogie, le vénérable professeur P. Rose, qui m'a écrit le 31 janvier :

« Il est bien intéressant que du diamant ait été trouvé dans le terrain pyropifère de Bohême; mais enfin les circonstances dans lesquelles il se présente en Bohême ne diffèrent pas beaucoup de celles du Brésil. Le grénat de Bohême a pour gangue originaire la serpentine, car on en trouve dans vos alluvions des échantillons contenant du pyrope. Mais la serpentine n'est jamais une roche primitive; elle peut très-bien provenir d'une amphibolite ou de quelque roche semblable, qui se trouve au Brésil avec l'itacolumite et qui contient du diamant, tout à fait comme l'itacolumite. Espérons que, l'attention une fois éveillée, on trouvera bientôt d'autres diamants en Bohême: où il y en a un, il y en aura plusieurs.... »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons des hydracides avec l'éthylène et le propylène bromés.* Note de **M. Reboul**, présentée par M. Balard.

« On sait qu'il est très-facile d'enlever une molécule d'acide bromhydrique au bromure d'éthylène, qui se transforme alors en éthylène bromé, C^2H^3Br. Inversement, cet éthylène bromé peut fixer directement une molécule de l'hydracide et donner naissance, non à du bromure d'éthylène, mais à un isomère, le bromhydrate d'éthylène bromé, qui bout à 110 degrés, tandis que le bromure d'éthylène bout à 130 degrés. C'est là un fait que j'avais observé déjà depuis longtemps, mais qui n'avait pas encore été publié. Tout récemment, en répétant cette synthèse, je fus fort étonné d'obtenir, non du bromhydrate d'éthylène bromé, mais le bromure d'éthylène lui-même. L'acide bromhydrique, en se fixant directement sur l'éthylène bromé, peut donc donner soit l'un, soit l'autre de ces corps, et cela, on va le voir, dans des conditions fort peu différentes. Il en est de même pour le propylène bromé, qui se transforme, par l'addition de HBr, soit en bromure de propylène, soit en bromhydrate de propylène bromé. L'indication rapide des expériences qui m'ont permis de déterminer les conditions dans lesquelles il faut se placer pour avoir à volonté l'un ou l'autre des deux composés bromés isomères, tant dans la série de l'éthylène que dans celle du propylène, fera l'objet principal de cette Note; j'y indiquerai aussi les raisons qui me font regarder comme très-probable l'identité des bromhydrates d'éthylène et de propylène bromés avec les bromures d'éthyle et de propyle bromés.

» I. L'acide bromhydrique en solution aqueuse très-concentrée transforme, soit à froid, soit à chaud, l'éthylène bromé en bromure d'éthylène. Moins concentré, il donne avec lui, toujours par addition directe, du bromhydrate d'éthylène bromé.

» De l'éthylène bromé pur, bouillant à + 18 degrés, a été mis en contact avec un excès (trois à quatre fois son volume environ) d'une solution aqueuse d'acide bromhydrique saturée à la température +6 degrés. La com-

binaison s'effectue assez rapidement à froid, et il se forme du bromure d'éthylène. On agite de temps en temps. Au bout de trois heures, la proportion de bromure d'éthylène est déjà assez grande pour que le composé primitif, plus léger que la solution acide, soit devenu plus lourd et occupe la partie inférieure du vase. Après quarante heures de contact, on sépare la couche inférieure, qu'on distille après l'avoir lavée et séchée. Il passe d'abord de l'éthylène bromé inaltéré, puis le point d'ébullition monte de plus en plus rapidement jusqu'à 127-128 degrés. Tout le reste, et c'est plus de la moitié du tout, passe de 128 à 130 degrés. Ce liquide, qui se concrète en une masse cristalline, soit dans la glace, soit dans un mélange réfrigérant, présente la composition et les caractères du bromure d'éthylène. Il est peut-être mélangé avec une très-petite quantité du bromhydrate isomérique avec lui.

» A 100 degrés et en vase clos, la solution saturée d'acide bromhydrique à + 6 degrés agit de la même manière, mais plus rapidement. Au bout de quinze à dix-huit heures, la transformation de l'éthylène bromé en bromure d'éthylène est à peu près complète.

» Mais, si l'on prend cette même solution et qu'on l'étende du tiers de son volume d'eau, ce qui donne un acide marquant 55 degrés à l'aréomètre de Baumé, on constate qu'elle agit d'une manière toute différente. La combinaison s'effectue lentement à 100 degrés et en vase clos, mais il ne se forme plus trace de bromure d'éthylène. Si au bout de vingt à trente heures on distille le liquide inférieur, fortement coloré, après l'avoir séparé, lavé et séché, il passe d'abord beaucoup d'éthylène bromé inaltéré, puis le point d'ébullition monte de plus en plus rapidement jusque vers 108-109 degrés, et tout le reste passe de 109 à 114 degrés. Cette portion, recueillie à part et redistillée, se résout presque en totalité en un liquide bouillant à 110 degrés, sous la pression $0^m,740$. C'est le bromhydrate d'éthylène bromé (1).

» C'est un liquide incolore, d'une odeur agréable, ne se congelant point, même par un froid de − 18 degrés. Sa densité à + 10 degrés est 2,129; celle du bromure d'éthylène à la même température est 2,198; différence : 0,069. L'éthylène de soude et la potasse alcoolique lui enlèvent HBr et le transforment en éthylène bromé.

---

(1) Dosage du brome :

	I.	II.	Théorie.
Br.	84,9	85,0	85,1

La production du bromhydrate d'éthylène bromé est accompagnée de la formation d'une petite quantité d'une matière solide brune, qui est probablement un polymère du bromhydrate ou de l'éthylène bromé.

» L'action de l'acide bromhydrique sur le propylène bromé (qui bout de 54 à 55 degrés) donne lieu aux mêmes observations que celles qui viennent d'être faites à propos de l'éthylène bromé. Avec la solution aqueuse saturée à + 6 degrés, on obtient du bromure de propylène, $C^3H^6.Br^2$ (passant de 140 à 143 degrés), tandis qu'avec cette solution étendue du tiers de son volume d'eau, c'est l'isomère $C^3H^5Br.HBr$ qui se produit.

» Le bromhydrate de propylène bromé (1) est un liquide incolore qui bout à 122 degrés, sous la pression $0^m,740$, c'est-à-dire 20 degrés environ plus bas que le bromure de propylène. Cette différence est la même que celle qui existe entre les deux composés correspondants dans la série de l'éthylène. Sa densité à + 9 degrés est égale à 1,895, celle du bromure de propylène à la même température étant 1,955; différence : 0,06. L'alcool sodé et la potasse alcoolique le transforment en propylène bromé.

» Chauffés pendant vingt-quatre heures à 100 degrés et en vase clos avec une solution très-concentrée d'acide bromhydrique (saturée à + 6 degrés), les deux bromhydrates restent inaltérés. S'ils ne peuvent pas se former en présence de l'acide bromhydrique fumant, une fois faits, celui-ci n'exerce aucune action sur eux.

» Peut-être que, suivant son état de concentration, l'acide bromhydrique, en agissant sur les hydrocarbures C^nH^{2n}, donnera lieu à des faits du même ordre que ceux qui viennent d'être signalés à propos de leurs dérivés monobromés. C'est un point que je me propose d'examiner sous peu.

» II. Lorsqu'on chauffe pendant quelques heures à 170 degrés, et dans des tubes très-résistants, 1 équivalent de bromure d'éthyle avec 2 équivalents de brome, comme l'a fait M. Hofmann, on peut séparer du produit de la réaction, par la distillation fractionnée, une certaine quantité de bromure d'éthyle bromé, $C^2H^4Br.Br$, qui offre la même composition que le bromure d'éthylène et le bromhydrate d'éthylène bromé. Il bout de 110 à 112 degrés; sa densité est 2,132 à + 10 degrés; par conséquent, même densité et même point d'ébullition que le bromhydrate, à de très-légères différences près, explicables par la présence d'une trace du composé bromé supérieur (bromure d'éthyle bibromé identique, suivant Caventou, avec le bromure d'éthylène bromé) dont la distillation fractionnée ne peut le débarrasser.

---

(1) Analyse :

	I.	II.	Théorie.
Br............................	79,1	79,1	79,2

» L'identité des deux corps semble donc probable; elle le devient encore plus si l'on examine comment ils se comportent en présence de l'alcool sodé.

» 30 grammes de bromure d'éthyle bromé ont été traités par une quantité d'éthylate de soude contenant le poids de sodium nécessaire pour lui enlever la moitié de son brome. On distille au bain d'huile, et l'on précipite par l'eau. L'huile obtenue, distillée, se résout en grande partie en éthylène bromé; le restant est un liquide passant de 107 à 112 degrés qui, à l'analyse, a donné les nombres qui correspondent à la formule $C^2H^4Br^2$: c'est du bromure inaltéré. Le bromure d'éthyle bromé se comporte donc comme un bromhydrate, et non comme un éther bromhydrique qui eût dû donner de l'éther monobromé, C^2H^4Br, C^2H^5O, ou peut-être par une action ultérieure, le dérivé oxéthylé de celui-ci.

» Le bromhydrate d'éthylène bromé, traité de la même manière, a fourni identiquement les mêmes résultats. Il y a donc très-probablement identité, et il doit en être de même pour le bromhydrate de propylène bromé et le bromure de propyle bromé, encore inconnu, je crois.

» III. L'acide iodhydrique donne lieu à des phénomènes du même ordre que l'acide bromhydrique, quoique un peu différents. J'y reviendrai dans une prochaine Note, ainsi que sur l'action de l'acide chlorhydrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des haloïdes libres et de quelques chlorures sur la glucose.* Note de **M. Al. Colley**, présentée par M. Wurtz.

« A la température ordinaire le chlore n'agit pas sur la glucose anhydre. A partir de 80 degrés, celle-ci prend une légère teinte verdâtre, mais sans s'altérer sensiblement, jusqu'à 112 degrés. Mais à cette dernière température il se produit, tout d'un coup, une réaction très-vive; la glucose noircit, se boursoufle, et il reste une masse charbonneuse qui ne réduit plus le tartrate cupro-potassique.

» Le brome agit d'une manière analogue. Les tubes scellés qui contenaient le mélange éclataient régulièrement, dès que la température atteignait 80 degrés.

» L'iode n'agit pas sur la glucose, qui demeure inaltérée, le mélange étant exposé pendant plusieurs mois au soleil ou chauffé à la température de 80 degrés.

» En présence de l'eau, les résultats sont différents. Le chlore attaque la

glucose hydratée, à la température ordinaire. Ces faits étant connus, je n'y insiste point.

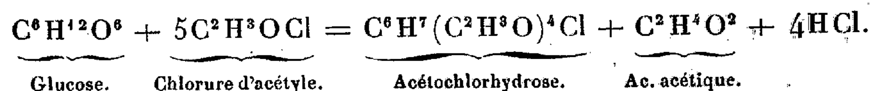
» Chauffée à 70 degrés au milieu d'un courant de gaz chlorhydrique, la glucose brunit et finit par se convertir en une poudre noire sèche : elle se carbonise.

» L'action du chlorure d'acétyle sur la glucose est très-nette, et donne lieu à la formation d'un dérivé acétylé. Elle s'accomplit à la température ordinaire, avec dégagement de chaleur. Il est bon d'introduire les deux corps dans des tubes que l'on a le temps de sceller. En employant 5 molécules de chlorure d'acétyle pour 1 molécule de glucose sèche $C^6H^{12}O^6$, on obtient, comme produit de la réaction, une masse incolore et transparente. Lorsqu'on ouvre les tubes, préalablement refroidis, à l'aide d'un mélange réfrigérant, du gaz chlorhydrique s'échappe avec violence ; dès que le dégagement a cessé, on reprend le résidu par le chloroforme, on agite la solution chloroformique avec le carbonate de soude, puis on la dessèche sur quelques fragments de chlorure de calcium. Le chloroforme étant chassé, il reste une masse demi-liquide incolore, transparente, sans odeur, douée d'une saveur amère. Cette substance est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme; peu soluble dans le sulfure de carbone. La benzine n'en dissout que des traces. Elle dévie le plan de polarisation à droite; $[\alpha] = +147$ degrés.

» Dans certaines conditions, non encore déterminées, ce corps peut cristalliser : je l'ai obtenu une fois sous forme d'une masse cristalline parfaitement sèche, les parois du vase lui-même s'étant revêtues de figures cristallines. Ayant pensé que, sous cette forme, il offrait les plus grandes garanties de pureté, je l'ai soumis à l'analyse. Les nombres obtenus conduisent à la formule $C^6H^7(C^2H^3O)^4O^5Cl$. C'est donc un dérivé glucosique analogue à l'acéto-chlorhydrine de M. Berthelot et on peut le nommer *acétochlorhydrose*.

» La solution alcoolique de l'acétochlorhydrose est précipitée par le nitrate d'argent, qui lui enlève tout son chlore. Lorsqu'on le chauffe avec un mélange d'acide sulfurique et d'alcool, ce corps développe l'odeur de l'éther acétique. Il réduit le tartrate cupropotassique. Chauffé dans de l'eau, en vase clos, il se décompose et noircit. Soumis au même traitement dans des vases plats, à l'air libre, il reste incolore et régénère la glucose. Chauffé dans le vide, il distille partiellement entre 150 et 240 degrés. Le produit distillé, qui présente la plus grande ressemblance avec la substance primitive, possède un pouvoir rotatoire moitié plus faible; $[\alpha]_j = 71°$.

» Le corps qui vient d'être décrit n'est pas le seul produit de l'action du chlorure d'acétyle sur la glucose : il se forme en même temps de l'acide acétique libre. J'ai reconnu, à l'aide d'une disposition expérimentale que je décrirai dans mon Mémoire, que cet acide prend naissance dans la proportion exacte de 1 molécule pour 1 molécule de glucose décomposée. J'ai établi, de plus, que 5 molécules de chlorure d'acétyle interviennent dans la réaction, et que cette proportion est nécessaire et suffisante. J'ajoute que l'acide chlorhydrique est le seul produit gazeux de la réaction. En conséquence, j'exprime cette dernière par l'équation suivante :



$$\underbrace{C^6H^{12}O^6}_{\text{Glucose.}} + \underbrace{5C^2H^3OCl}_{\text{Chlorure d'acétyle.}} = \underbrace{C^6H^7(C^2H^3O)^4Cl}_{\text{Acétochlorhydrose.}} + \underbrace{C^2H^4O^2}_{\text{Ac. acétique.}} + 4HCl.$$

» Les expériences qui ont été décrites dans ce Mémoire prouvent que la glucose dextrogyre est un composé pentatomique, c'est-à-dire qu'elle contient cinq restes, OH (oxhydryles), capables d'être échangés contre des restes d'acides. Mais, comme la glucose contient 6 atomes d'oxygène, il en résulte que le sixième atome de O n'y est pas contenu sous forme d'oxhydryle. On pourrait supposer que cet atome d'oxygène est lié par ses deux atomicités à un seul et même atome de carbone. Il en serait ainsi si la glucose contenait le groupe aldéhydique CHO ou le groupe acétonique CO. Mais les réactions de la glucose excluent une semblable hypothèse. Il semble donc rationnel d'admettre que l'atome d'oxygène dont il s'agit joint ensemble deux atomes différents de carbone, et qu'en conséquence la glucose possède une constitution analogue à celle des dialcools (alcool diéthylénique). Seulement, comme le nombre d'atomes d'hydrogène non contenus dans la molécule $C^5H^7(OH)^5O$ sous forme d'oxhydryle est impair (7), il en résulte que les deux hydrocarbures formant le radical complexe de la glucose ne seraient pas identiques, comme dans les dialcools, mais différents. »

PHYSIOLOGIE. — *La strychnine comme antidote du chloral.* Note de **M. O. Liebreich**, présentée par M. Wurtz.

« M. Oscar Liebreich, après avoir découvert l'effet thérapeutique du chloral, a cherché et trouvé l'antidote de ce puissant agent.

» Il a été mis sur la voie par l'observation d'un cas de trismus qui, après une durée de huit jours, a été immédiatement guéri par le chloral. Ce fait l'amena à produire chez des animaux un tétanos par la strychnine,

pour observer l'effet du chloral sur cette maladie artificielle. Il constata que le chloral diminuait l'effet de la strychnine, à la condition d'être donné très-promptement après l'administration de l'alcaloïde toxique.

» Un résultat beaucoup plus important a été obtenu dans une autre série d'expériences que M. Liebreich a faites après celle-ci, et qui avait pour but de démontrer l'effet de la strychnine sur des animaux empoisonnés par des doses mortelles de chloral. Nous citons une de ces expériences qui nous paraît tout à fait concluante.

» Deux lapins reçoivent chacun 2 grammes de chloral (dose mortelle); après une demi-heure, tous deux se trouvent dans un sommeil narcotique profond; la résolution musculaire est telle, que tout leur corps se trouve dans un relâchement complet, qui rappelle celui d'un cadavre; la respiration est faible et ralentie. On injecte alors à l'un des deux $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. Déjà, dix minutes après cette injection, la respiration commence à revenir plus active, l'animal réagit quand on l'irrite, mais il n'y a pas de convulsions; les muscles recouvrent leur tonicité; quand on étend les pattes de l'animal, il les retire à lui. Deux heures après, le lapin est assis, et, quatre heures après l'injection, il est tout à fait revenu à son état normal. L'autre lapin, au contraire, qui n'avait pas reçu de strychnine, est mort deux heures et demie après l'application du chloral.

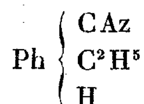
» Un troisième lapin qui n'avait pas reçu de chloral, mais seulement $1\frac{1}{2}$ milligramme de nitrate de strychnine, mourut dix minutes plus tard, après de violentes convulsions tétaniques. Rien de semblable ne s'était manifesté après l'injection de la strychnine chez le lapin qui avait reçu du chloral préalablement. Il résulte de ces expériences que la strychnine, appliquée après une dose trop forte de chloral, en abrége et élimine l'effet, et cela sans produire l'action nuisible qui lui est propre. C'est pourquoi M. Liebreich propose de se servir des injections de nitrate de strychnine comme antidote dans les accidents produits par un effet trop énergique du chloral et du chloroforme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle combinaison phosphorée.* Note de MM. L. Darmstaedter et A. Henninger, présentée par M. Wurtz.

« Dans l'intention de préparer la cyanophosphide $CAzPhH^2$, nous avons fait réagir l'hydrogène phosphoré en solution éthérée sur le chlorure de cyanogène. La réaction se fait facilement à 100 degrés, et nous avons ob-

tenu, après la distillation de l'éther, un liquide sirupeux qui se solidifie en l'abandonnant dans une atmosphère sèche.

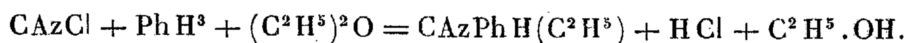
» La masse solide comprimée entre des feuilles de papier buvard et recristallisée dans l'éther, a fourni à l'analyse des chiffres correspondant à la formule



$$Ph \left\{ \begin{array}{l} CAz \\ C^2H^5 \\ H \end{array} \right.$$

» Le nouveau corps, qui est la cyanéthylphosphide, cristallise en tables rhombiques, fondant de 49 à 50 degrés, volatiles sans décomposition. Il est facilement soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

» La réaction se fait donc comme nous l'avions supposé, avec cette différence qu'une molécule d'éther y prend part, comme l'indique l'équation suivante :



$$CAzCl + PhH^3 + (C^2H^5)^2O = CAzPhH(C^2H^5) + HCl + C^2H^5.OH.$$

» La cyanéthylphosphide ne se forme qu'en petite quantité, ce qui nous a empêchés de donner une preuve directe de la présence de l'éthyle. Cependant, en la traitant par un mélange oxydant, nous avons constaté l'odeur de l'aldéhyde ou de l'acide acétique.

» Nous avons, en outre, commencé à étudier l'action de l'hydrogène phosphoré sur le gaz chloroxycarbonique, sur l'éther acétique et quelques chlorures acides ; nous espérons pouvoir présenter bientôt les résultats de ces expériences à l'Académie.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation de glaçons à l'intérieur des plantes.* Mémoire de **M. Prillieux**, présenté par M. Duchartre. (Extrait par l'Auteur.)

« Quand on examine les parties encore tendres et succulentes des plantes, telles que les pétioles des fleurs, les jeunes pousses et les tiges herbacées qui sont restées exposées à un froid d'au moins 2 ou 3 degrés au-dessous de zéro, on y reconnaît facilement la présence de gros glaçons situés au milieu du tissu cellulaire, le plus souvent près de la surface, parfois plus profondément dans le parenchyme cortical, très-souvent aussi dans la moelle. Les pétioles des feuilles fournissent de ce fait des exemples très-frappants et faciles à observer. Si l'on examine par la gelée un pétiole de violette, de consoude ou de chélidoine, par exemple, on voit qu'il est

gonflé d'une façon inaccoutumée; si l'on enlève l'épiderme, ou si l'on fait une coupe transversale, on voit qu'aux gonflements correspondent de grandes masses de glaces, et que ce sont elles qui font saillie en soulevant l'épiderme. Dans ces plantes, et c'est le cas le plus fréquent, on trouve dans les pétioles trois de ces grands glaçons situés près de la surface, l'un à la face supérieure, les deux autres symétriquement disposés à droite et à gauche de la médiane à la face inférieure; dans d'autres pétioles, ceux de la rose trémière, par exemple, il n'y a qu'un seul glaçon qui forme un cylindre complet de glace. Ces glaçons ne sont pas constitués par une masse homogène de glace, mais sont composés d'aiguilles de glace juxtaposées et toutes à peu près parallèles les unes aux autres. Elles sont disposées perpendiculairement à la surface, et aussi par conséquent perpendiculairement à l'étendue des glaçons. Leur forme n'est pas bien nettement arrêtée; elle rappelle assez bien celle de colonnes de basalte, et sont ainsi pressées les unes contre les autres. Dans leur intérieur, on voit de petites bulles d'air, qui se sont dégagées quand le liquide où cet air était dissous s'est congelé. Ces aiguilles de glace, formées à l'intérieur des tissus vivants, sont tout à fait pareilles à celles qui composent la croûte de glace qui se produit à la surface d'une tranche d'un tissu succulent, d'une tranche de betterave, par exemple, que l'on expose à la gelée en ayant soin de l'abriter contre une trop rapide évaporation. On trouve de grands glaçons, composés d'aiguilles de glace juxtaposées près de la surface, dans les tiges comme dans les pétioles. Tantôt ils sont isolés, tantôt ils sont unis en un cylindre de glace; tantôt ils sont très-voisins de l'épiderme, tantôt ils sont plus ou moins profondément situés dans le parenchyme cortical. La moelle en contient aussi le plus souvent un grand nombre. J'ai indiqué de nombreux exemples de ces diverses dispositions dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie; ils suffisent, je pense, pour établir que la formation de glaçons dans les tissus vivants des plantes sous l'action de la gelée est un fait normal.

» Parfois les glaçons prennent un tel développement, qu'ils rompent les tissus qui les entourent. Cela est surtout frappant pour les grandes masses de glace superficielles qui, à force de grandir, déchirent les tissus qui les recouvrent et se montrent au dehors, à travers les lambeaux de l'écorce. Je l'ai observé en particulier au commencement de cet hiver, sur des tiges d'hortensia, saisies par le froid en pleine végétation. Des faits analogues et plus frappants encore ont été plusieurs fois signalés; on a vu des plantes présenter des lames rayonnantes de glace striée, de plus d'un pouce

de largeur. Ces lames occupent la position des glaçons, qui se forment d'ordinaire dans les tiges et ont la même structure; seulement, elles ont, dans des conditions particulières, pris un développement excessif.

» Les lacunes où les masses de glace se forment sont limitées par des cellules intactes. Les cellules du parenchyme dans lequel se produisent les lacunes sont décollées, séparées les unes des autres, mais non déchirées. Le fait est facile à constater sur les tissus gelés, même après le dégel. Il faut bien admettre, en conséquence, que la glace n'a pas rompu les parois des cellules, et qu'elle a réellement pris naissance en dehors d'elles, et aussi que les matières qui ont produit les glaçons sont sorties des tissus voisins à l'état liquide.

» Il résulte encore du fait constaté, de la formation de glaçons dans des lacunes entourées de cellules entières et non déchirées, que la sortie des liquides des cellules et leur accumulation dans les espaces intercellulaires sont antérieures et non postérieures à la congélation; et par conséquent, il n'est pas nécessaire, pour expliquer les phénomènes que présentent les organes gelés au moment du dégel, tels que la molesse des tissus, la fanaison des feuilles, la présence des liquides dans les espaces intercellulaires et la facilité avec laquelle la moindre pression les fait couler au-dehors, de supposer que les membranes des cellules altérées par la gelée laissent filtrer, après le dégel, les liquides qu'elles contiennent, puisque le liquide sort des cellules avant la formation des glaçons et non après le dégel.

» La formation, au milieu des tissus vivants, de lacunes où se déposent les amas de glace ne cause pas d'ordinaire de dommages notables aux plantes; on trouve des lacunes très-grandes et très-nombreuses dans des espèces qui ne souffrent pas de la gelée. »

« M. Trécul, voyageant au commencement de l'hiver de 1848 à 1849 sur les bords de l'Arkansas, eut l'occasion d'observer à la base de tiges herbacées desséchées, privées de leurs feuilles, hautes de $1^{m},50$ environ, plusieurs rayons de glace tels que ceux qui viennent d'être décrits, mais beaucoup plus considérables, puisqu'ils avaient environ 1 décimètre de hauteur et 6 à 8 centimètres de largeur. Ces glaçons rayonnants posaient sur le sol par leur partie inférieure. La tige n'ayant que la grosseur du petit doigt, il était impossible que l'eau de ces glaçons fût fournie seulement par la partie de la tige sur laquelle ils étaient placés. D'où venait-elle? Il semble probable que l'eau montait des racines, et qu'arrivée au-dessus du sol, elle était rejetée hors de la plante sous la forme rayonnante qui vient d'être signalée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches chimiques et thérapeutiques sur l'eau thermo-minérale de la solfatare de Pouzzoles*; par M. S. DE LUCA.

« Dans ma précédente Communication faite à l'Académie le 2 novembre 1868, j'ai fait savoir que mes études m'avaient permis de soupçonner, dans l'eau de la solfatare de Pouzzoles, la présence de quelques corps ayant échappé jusqu'alors à l'analyse chimique, et qui pourraient jouer le principal rôle dans l'action thérapeutique de cette eau. J'ai l'honneur aujourd'hui de soumettre au jugement de l'Académie les résultats de la suite de mes recherches : ils démontrent l'existence de l'arsenic dans cette même eau.

» Pour cette recherche, j'ai opéré sur une très-grande quantité d'eau, évaporée au dixième de son volume, et j'y ai constaté l'arsenic, au moyen de l'appareil de Marsh. Le gaz dégagé brûlait avec une flamme légèrement pâle et blanchâtre; cette flamme déposait sur la porcelaine des taches brunes et miroitantes, qui étaient solubles dans l'acide nitrique et fournissaient ensuite de l'arséniate d'argent, couleur rouge brique, par l'addition de l'ammoniaque et de l'azotate d'argent. Ce gaz réduisait aussi la solution d'azotate d'argent, avec formation d'acide arsénieux. Lorsqu'on le chauffait sur son passage dans un tube étroit d'un verre vert, il se formait un anneau brun, à éclat métallique, volatil, et transformable en acide arsénieux blanc par l'action de la chaleur et de l'oxygène.

» La présence de l'arsenic a été aussi constatée au moyen du procédé employé par Thenard, dans son remarquable travail sur les eaux du mont Dore. Ce procédé consiste à introduire, dans le tube étroit de verre vert dont l'appareil de Marsh est muni, un fil de cuivre rouge, qui, après avoir été bien décapé, puis contourné en spirale, est enfin chauffé et refroidi dans un courant d'hydrogène pur et desséché par de la potasse caustique. L'arsenic se fixe sur le cuivre ainsi préparé, et la partie où le métalloïde est retenu devient d'un gris blanc, tandis que le reste de la spirale conserve son éclat et sa couleur naturelle.

» *A priori*, on pouvait supposer la présence de l'arsenic dans l'eau de la solfatare de Pouzzoles. Cette substance, en effet, existe à l'état de sulfure dans les terres de l'ancien cratère, et particulièrement aux endroits où la température est élevée et où le dégagement des matières gazeuses est considérable; conditions qui se trouvent toutes deux continuellement réunies dans la grande fumerolle qui sort de ce qu'on appelle la *bouche de la solfatare*. On produit d'ailleurs, pour ainsi dire à volonté, le sulfure d'ar-

senic d'un rouge éclatant : il suffit d'introduire, dans la bouche, des corps solides, tels que pierres, briques, charbons, porcelaine, terre cuite, tubes de verre, fragments de bois et même du papier, qui tous se recouvrent de petits cristaux du même sulfure arsénical : ces cristaux se déposent sur le bois et sur le papier après leur carbonisation.

» L'expérience a démontré, ce que l'on pouvait également soupçonner, que l'eau thermale qui se trouve à la profondeur de dix à douze mètres au-dessous du sol dans le vaste cratère de la solfatare, et qui est le résultat de la condensation des vapeurs des nombreuses fumerolles et des infiltrations des eaux de pluie, à travers ces terrains volcaniques, contient, quoique en petite quantité, de l'arsenic.

» Je donne les poids des matières dosées dans un litre d'eau de la solfatare de Pouzzoles. Les voici :

	gr
Acide sulfurique (calculé anhydre)	1,473
Chlore	0,0085
Protoxyde de fer	0,1105
Chaux	0,101
Magnésie	0,0225
Potasse	0,017
Ammoniaque	0,0135
Alumine	0,335
Silice	0,315
Soude, manganèse, arsenic, matières organiques azotées, etc.	traces.
Eau	997,603
Total	1000,000

» D'où il résulte que, dans l'eau de la solfatare de Pouzzoles, il existe de l'acide sulfurique libre ; car la quantité de cet acide, dosée dans un litre d'eau, dépasse de beaucoup celle qui serait nécessaire pour saturer les bases, même en les supposant à l'état de bisulfates de protoxydes. Par conséquent, le poids de $997^{gr},603$ d'eau représente, non-seulement le liquide qui sert de dissolvant des matières dosées, mais aussi l'eau basique de l'acide sulfurique libre, et celle de constitution du composé ammoniacal et de l'alun complexe contenus dans ladite eau minérale.

» Il n'est pas inutile de remarquer que, par l'évaporation et la concentration de cette eau thermale, on a un alun parfaitement cristallisé, dans lequel, outre l'alumine, l'acide sulfurique et la potasse, on constate de l'ammoniaque, du protoxyde de fer, de la chaux et de la magnésie, formant

ainsi un alun complexe par des moyens naturels. Dans les environs de Pouzzoles, se trouvent plusieurs sources d'eaux thermo-minérales, mais aucune d'elles n'est chargée d'acide sulfurique à l'état libre.

» L'eau de la solfatare de Pouzzoles pourra acquérir un jour une importance industrielle. L'analyse que je donne montre qu'il est possible de l'utiliser pour la fabrication des aluns et pour la préparation du bleu de Prusse. Mais, dès à présent, son action thérapeutique a été constatée par des expériences nombreuses: elle a un très-grand effet sur l'économie animale. On l'emploie à Naples, avec beaucoup de succès, sous forme d'application externe (lavages, bains entiers, douches, etc.) dans les maladies cutanées et les affections scrofuleuses; elle a même pu être donnée en boisson à la dose de 15 à 45 grammes. On l'a appliquée aussi, par de simples lavages, à la guérison des plaies anciennes et gangréneuses presque incurables, d'écoulements invétérés qui avaient résisté aux traitements ordinaires.

» Les résultats de l'analyse quantitative de l'alun complexe qu'on obtient par la concentration de l'eau de la solfatare de Pouzzoles, et ceux du dosage des matières dont on n'avait signalé jusqu'ici que des traces, seront l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie. »

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Causes de la déhiscence des anthères* (suite). *Rôle de la deuxième membrane*. Note de **M. Ad. Chatin**.

« II. Mirbel, Purkinje, et tous les botanistes avec eux, ont admis sans conteste, jusqu'à l'époque de mes premières recherches sur les anthères, que la déhiscence de celles-ci était sous la dépendance exclusive, absolue, de la deuxième membrane, qu'on croyait être toujours composée de ces cellules dites *cellules découpées* par l'anatomiste français, *cellules fibreuses* par le savant allemand, *cellules à filets* par M. Alphonse de Candolle. L'hygroscopicité des filets de ces cellules, les mouvements dont ils pouvaient être le siége, sous l'influence alternative de la sécheresse et de l'humidité, paraissaient donner, de la déhiscence, même en dehors de toutes preuves expérimentales, une explication aussi satisfaisante que générale.

» Mais, du moment que je reconnus que les cellules dites *fibreuses* manquent dans les anthères d'un grand nombre de plantes, telles que les *Badula*, *Cassia*, *Diospyros*, *Lycopersicon*, beaucoup d'Orchidées, d'Asclépiadées, d'Orobanchées, d'Aroïdées, et chez les familles entières des Ericacées, Pyrolacées, Monotropées, Épacridées (?), Mélastomées, on dut chercher ailleurs que dans le jeu des cellules fibreuses l'explication de la déhiscence.

» Une fois assuré que les cellules à filets n'étaient pour rien dans la déhiscence des anthères qui en manquent, on se demanda si, dans le cas commun de l'existence de ces cellules, celles-ci ont réellement un rôle actif. La croyance à l'action de la membrane fibreuse avait été générale, la réaction contre l'hypothèse ancienne fut vive, presque absolue. La membrane épidermique parut appelée à hériter du grand rôle d'abord attribué à l'*endothecium* de Purkinje.

» Or j'ai indiqué, dans une précédente Communication, qu'il est impossible, en considérant dans son ensemble la structure de l'anthère, d'expliquer dans toutes les plantes la déhiscence par l'action seule de la membrane épidermique; je dois maintenant faire connaître des faits qui s'opposent à ce que la membrane fibreuse soit dépossédée de tout rôle dans le phénomène de la déhiscence.

» Et, d'abord, pourquoi cette existence si générale, qu'on la crut absolument constante, des cellules fibreuses, si ces cellules n'ont à remplir qu'un rôle passif?

» Pourquoi ces cellules ne revêtent-elles ordinairement leur caractère propre qu'au moment de la déhiscence, si vraiment elles sont étrangères à celle-ci?

» Serait-on bien fondé à refuser toute action à la membrane fibreuse, quand avec elle coexiste seulement une membrane épidermique, réduite presque à un plan, comme dans le *Dahlia*, etc.?

» Si d'ailleurs on pouvait conserver quelques doutes sur le rôle efficace que peut remplir dans la déhiscence la membrane fibreuse, ces doutes ne sauraient tenir devant ce fait, que, dans bon nombre de cas (*Phytelephas*, *Pinus*, *Vitis*, *Althæa*), cette membrane forme seule les valves de l'anthère.

» En opposition à ce cas, dans lequel le rôle actif de la membrane fibreuse s'impose, je présenterai celui où, par suite d'une organisation spéciale des cellules, devenues scléreuses, la deuxième membrane paraît être un obstacle à la déhiscence (*Cassia*, à déhiscence poricide; *Zamia*, à fente plutôt entr'ouverte qu'ouverte).

» L'étude histologique de la membrane fibreuse conduit d'ailleurs, comme les données de l'anatomie générale, à attribuer à cette membrane un rôle actif dans la déhiscence. Dans le cas le plus commun, les cellules à filets, plus longues que larges, étendent leur ellipse dans une direction perpendiculaire à la ligne de déhiscence, disposition la plus favorable à une traction, sur la ligne suturale, toujours amincie, des valves solidement ap-

puyées au connectif par une base élargie ou renforcée. Les cellules à griffes, avec une disposition des filets très-différente de celle qui existe dans les cellules spiralées, ne semblent pas moins bien organisées pour que la somme de leurs effets produise la rupture des valves; c'est aux cellules fibreuses à griffes que devrait être rapportée la déhiscence de l'anthère des *Malaxis*, *Leucoium*, *Thesium*, *Daphne*, *Polygala*, *Drosera*, *Pyrus*, *Scabiosa*, *Valeriana*, *Stylidium*, *Phlox*, *Pulmonaria*, *Nerium*, *Gentiana*, etc.

» Les cellules fibreuses peuvent agir dans le même sens que les utricules de la membrane externe; mais, que le jeu de ces cellules vienne à s'opposer à celui de ces dernières, sollicitant les valves à se renverser en sens contraire, l'incurvation de celles-ci ou leur renversement correspondra à la résultante des efforts, et il pourra se présenter ce cas rare, qu'on observe dans le *Rosa*, où, l'action des deux membranes se faisant équilibre, les valves restent parfaitement droites et parallèles.

» M. Duchartre a très-justement comparé au thermomètre de Bréguet, formé de deux métaux inégalement dilatables, les valves de l'anthère que composeraient deux membranes inégalement extensibles.

» Je suis d'ailleurs conduit à admettre, entre l'action de la membrane externe et celle de la membrane fibreuse, cette différence que, dans la première, non désorganisée, l'action serait plus ou moins vitale, tandis que dans la seconde, réduite à des filets hygroscopiques, elle serait purement physique. L'Académie se rappelle peut-être que j'ai expliqué l'enroulement du *Vallisneria* par le développement inégal des deux faisceaux fibrovasculaires, dont l'un axile et l'autre latéral, qui forment la charpente de son pédicelle.

» Si, d'ailleurs, la mise en jeu, par leurs qualités hygroscopiques, des cellules fibreuses de l'anthère pouvait laisser des doutes, que je comprends tout le premier, malgré les observations faites sur les cellules histologiquement analogues des *Equisetum*, des Hépatiques, des Sphaignes et des racines de beaucoup d'Orchidées épidendres, les expériences suivantes sont de nature à inspirer toute certitude.

» Afin de dégager les résultats de toute cause perturbatrice, j'ai fait choix, pour la mise en expérience, d'anthères à valves constituées uniquement par des cellules fibreuses : telles sont les anthères de la Vigne (*Vitis*), de la Guimauve (*Althæa*), du Cytinet (*Cytinus*).

» Que l'on prenne les anthères de ces plantes, ou mieux leurs fleurs, à un moment très-rapproché de celui de la déhiscence des anthères, et qu'on en fasse deux lots, dont l'un restera exposé à l'air, tandis que l'autre sera

plongé dans l'eau, et l'on verra bientôt les anthères du premier lot s'ouvrir, tandis que celles du second lot se maintiendront closes.

» Que, d'autre part, on détache de ces plantes des anthères venant de s'ouvrir (les résultats sont moins accusés avec des anthères ouvertes depuis longtemps), et qu'on les place dans l'eau; voici ce qu'on observera. Les valves de l'anthère du *Vitis*, qui s'étaient infléchies et comme enroulées, se redresseront; celles du *Cytinus*, qui étaient redressées, se courberont en dedans, et enfin celles de l'*Althæa*, qui s'étaient éloignées de la cloison persistante, tendront à se rapprocher de celle-ci comme pour s'y appuyer de nouveau.

» Concluons donc que, si la membrane fibreuse ne peut plus être regardée comme déterminant seule la déhiscence des anthères; que s'il est hors de doute qu'elle y est étrangère dans les cas nombreux où elle manque; que si même elle est quelquefois, par sa structure pierreuse, un obstacle à cette déhiscence, elle a dans celle-ci un rôle probable chez la généralité des plantes; un rôle certain, exclusif, chez les espèces où elle est seule à constituer les valves des anthères. »

ZOOLOGIE HISTORIQUE. — *Sur la domestication de quelques espèces d'antilopes au temps de l'ancien Empire égyptien; par* **M. Fr. Lenormant.**

« Les tombeaux égyptiens de toutes les époques nous offrent la figure d'un grand nombre d'espèces d'antilopes. C'est surtout dans les scènes de chasse que les artistes ont représenté la variété de ces espèces qui pullulaient dans les déserts autour de l'Égypte. On peut y relever la liste d'une quinzaine au moins d'antilopes différentes, et toujours parfaitement caractérisées, tantôt percées par les flèches du chasseur, tantôt poursuivies par les grands lévriers que l'on employait à cette vénerie, tantôt enfin ramenées vivantes par les valets de chasse.

» Mais à côté de ces nombreuses espèces que tout indique comme étant à l'état purement sauvage, il en est trois qui figurent d'une tout autre manière, et presque constamment, dans les sculptures des tombes de l'Ancien-Empire, particulièrement de la IVe et de la Ve dynastie. Ce sont l'algazelle (*Antilope leucoryx*, Pall. Licht.), appelée en égyptien *mout;* la gazelle (*Antilope dorcas*, Pall.), appelée *kehes*, et le defassa (*Antilope ellipsiprymna*, Gray), appelé *noutou.* L'étude des représentations où l'on voit ces espèces ne permet pas de douter que les Égyptiens de l'Ancien-Empire ne les eussent réduites à l'état domestique pour en faire des animaux de boucherie.

» Dans presque toutes les tombes, en effet, elles figurent en compagnie du bœuf, du mouton et de la chèvre parmi les animaux domestiques que les pâtres amènent pour la provision de la maison du défunt. D'autres fois elles sont représentées, toujours à côté du bœuf, du mouton et de la chèvre, comme formant des troupeaux, que comptent et enregistrent les scribes chargés de la comptabilité du bétail. Ces troupeaux étaient souvent très-nombreux, et les chiffres inscrits dans quelques sépultures montrent le développement qu'avait pris l'élève des antilopes à l'état domestique. Le tombeau encore inédit de *Sabou*, découvert à Saqqarah, par M. Mariette et exécuté au commencement de la VIe dynastie, énumère comme se trouvant sur les propriétés du mort quatre cent cinq bœufs d'une race dont la représentation est assez rare, mille deux cent trente-cinq bœufs et mille deux cent vingt veaux de la race bovine à longues cornes qu'on voit habituellement sur les monuments de l'Ancien-Empire, mille trois cent soixante bœufs et mille cent trente-huit veaux de l'espèce à cornes courtes figurée aussi fréquemment sur les monuments du même âge, mille trois cent huit algazelles, mille cent trente-cinq gazelles et mille deux cent quarante-quatre defassas.

» Aux trois espèces que je viens de nommer est joint très-habituellement sur les monuments, et dans les mêmes conditions, le bouquetin bedden (*Capra sinaïtica*, Hempr. et Ehrenb.), si fréquent encore aujourd'hui dans les montagnes entre le Nil et la mer Rouge, à la hauteur de l'Égypte moyenne, et dans le massif du Sinaï. Les Égyptiens de l'Ancien-Empire en avaient aussi de nombreux troupeaux à l'état domestique; ils l'appelaient *naâ*. Une seule fois, dans le tombeau de *Ma-néfer*, à Saqqarah, lequel date de la Ve dynastie, un bas-relief (Lepsius, *Denkmæler*, abth. II, bl. 69 et 70) nous montre les pâtres amenant aux scribes, qui les enregistrent avec les algazelles, les gazelles, les defassas et les beddens, une quatrième espèce d'antilope, qu'à ses cornes en lyre on reconnaît pour la *Damalis senegalensis*, H. Smith. Cette espèce s'étend encore aujourd'hui jusqu'au Sennâr; les anciens Égyptiens l'appelaient *schekes*. On la retrouve plusieurs fois figurée dans les scènes de chasse, mais aucun autre monument ne la montre élevée dans les troupeaux.

» Les algazelles, les gazelles et les defassas, élevés en troupeaux sur les propriétés des riches Égyptiens de l'Ancien-Empire et menés aux champs par des pasteurs, tout comme les bœufs, les moutons et les chèvres, étaient alors dans un état de domestication complet. Ils se reproduisaient dans cet état. Nous en avons la preuve par le curieux bas-relief du tombeau de *Noub-hotep*,

à Gizeh (IVe dynastie), où l'on voit au milieu du troupeau une gazelle allaitant son petit (Lepsius, *Denkmæler*, abth. II, bl. 12), et par le grand nombre de monuments où les pâtres apportent dans leurs bras ou sur leurs épaules des faons d'antilopes, comme de petits veaux, des chevreaux et des agneaux.

» Un bas-relief du tombeau de *I-t'éfa*, à Saqqarah (V^e dynastie) représente, ainsi qu'il est facile de le reconnaître et que l'explique une inscription placée à côté, l'engraissement de l'algazelle, du defassa et du bœuf, au moyen d'une pâtée qu'un valet de ferme introduit à la main dans la bouche de l'animal.

» Dans les tombeaux du Moyen-Empire nous ne trouvons déjà plus trace de l'élève de la gazelle et du defassa à l'état domestique. Ces espèces ne figurent plus dès lors que comme gibier. Mais l'algazelle est encore élevée très-habituellement. Les célèbres tombeaux de Beni-Hassan-el-Qadim (XIIe dynastie) nous montrent les troupeaux de cette antilope conduits par leurs bergers à côté des troupeaux de bœufs, de moutons et de chèvres (Lepsius, *Denkmæler*, abth. II, bl. 129). Dans celui de *Noum-hotep*, le plus beau de tous, l'artiste a encore reproduit la scène de l'engraissement des algazelles avec la pâtée donnée à la main, en même temps que celles de l'engraissement du bœuf, de la chèvre et de l'oie d'Égypte par les mêmes procédés (Lepsius, *Denkmæler*, abth. II, bl. 132). Les traditions de l'Ancien-Empire se maintenaient, au moins pour cette espèce.

» Par contre, les peintures des tombeaux de Gournah, qui nous font connaître tous les animaux domestiques de l'Égypte pendant la période historique du Nouvel-Empire, après l'invasion des Pasteurs et l'avénement de la XVIIIe dynastie, ne font jamais figurer dans ce nombre aucune antilope. Toutes, même l'algazelle, sont représentées alors comme des espèces exclusivement sauvages. On avait alors complétement cessé d'en élever, et le secret de leur domestication s'était perdu dans l'interruption violente de la civilisation égyptienne, produite par l'invasion des barbares venus de l'Asie, invasion qui avait, du reste, apporté en Égypte la connaissance de nouvelles espèces, ignorées de l'Ancien-Empire, comme le cheval et le porc.

» Ainsi les Égyptiens des dynasties primitives étaient parvenus à réduire à l'état domestique trois espèces d'antilopes et un bouquetin, tous quatre originaires des contrées qui entouraient immédiatement leur vallée et qu'on ne trouve avoir été domestiqués par aucun autre peuple. Ces animaux formaient des troupeaux très-nombreux sur les domaines des grands proprié-

taires au temps de la IVe, de la Ve et de la VIe dynastie, de 4000 à 3500 ans environ avant notre ère. Sous le Moyen-Empire, vers 3000 ans avant Jésus-Christ, les monuments ne nous offrent plus qu'une seule de ces espèces conservée en domesticité; c'était sans doute celle qui s'y était le mieux prêtée. Mais plus tard, dans la longue et terrible crise que marque l'invasion des Pasteurs, cette dernière espèce disparaît de la faune domestique, et l'élève des antilopes cesse absolument sous le Nouvel-Empire, lequel commence environ 1800 ans avant notre ère.

» Les faits de ce genre méritent d'être soigneusement notés. Je pourrai, un peu plus tard, en signaler quelques autres. Ce sont ces faits qui donnent une physionomie si profondément originale à la faune domestique de l'Égypte dans la période reculée de l'Ancien-Empire. »

M. Allégret adresse une Note portant pour titre « Suite de mes remarques sur la représentation géométrique de la fonction elliptique de première espèce à module arbitraire, d'où il résulte qu'un cône à base épicycloïde plane quelconque coupe une sphère menée, par le sommet du cône, suivant une courbe dont l'arc peut servir à exprimer cette fonction d'une infinité de manières différentes ».

Cette Note sera soumise, ainsi que la précédente, à l'examen de M. Hermite.

M. Marie adresse une Note relative à la théorie des carrés magiques.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. Jakson Davis adresse une Lettre, écrite en anglais, concernant la formation de la glace; et transmet, en outre, une Communication qui lui est adressée par l'un de ses correspondants, sur un cas singulier de catalepsie.

Cette dernière Communication sera soumise à l'examen de la Section de Médecine.

M. Baudin demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un instrument qui a été déposé par lui, et auquel il donne le nom de *thermodilatomètre*.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son doyen, **M. Delafosse**, présente la liste suivante de Candidats à la place de Correspondant, vacante par suite du décès de *M. Fournet* :

En première ligne : **M. W.-H. Miller**, à Cambridge (Angleterre).

En seconde ligne, et par ordre alphabétique.....
- **M. Abich**, à Tiflis (Géorgie).
- **M. Gustave Bischof**, à Bonn.
- **M. Ami Boué**, à Vienne.
- **M. Dana**, à Newhaven (États-Unis).
- **M. de Dechen**, à Bonn.
- **M. Domeyko**, à Santiago (Chili).
- **M. James Hall**, à Albany (États-Unis).
- **M. de Hauer**, à Vienne.
- **M. de Helmersen**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. Charles-T. Jackson**, à Boston (États-Unis).
- **M. Kjerulf**, à Christiania.
- **M. de Kokscharow**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. William Logan**, à Montréal (Canada).
- **M. Ferdinand Römer**, à Breslau.
- **M. Scacchi**, à Naples.
- **M. Angelo Sismonda**, à Turin.
- **M. Studer**, à Berne.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 février 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

La lithotritie et la taille. Guide pratique pour le traitement de la pierre; par M. le Dr J. Civiale, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine. Paris, 1870; 1 vol. in-8° avec figures.

Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral. Calcul intégral : intégrales définies et indéfinies; par M. J. BERTRAND, Membre de l'Institut; t. II. Paris, 1870; 1 vol. in-4°.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1868-1869. Rouen, 1869; 1 vol. in-8°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Classe des Sciences. Programme de concours pour 1871. Bruxelles, 1870; 2 pages in-4°.

Réponse à quelques-unes des observations de M. Balbiani sur l'œuf des Sacculines; par M. E. VAN BENEDEN. Paris, 1870; opuscule in-4°.

Esquisse historique de la théorie dynamique de la chaleur; par M. Peter-Guthrie TAIT, *traduite par* M. l'abbé MOIGNO *et* M. A. LE CYRE. Paris, 1870; in-12. (Présenté par M. Combes.)

Hygiène des animaux domestiques; par M. A. SANSON. Paris, 1870; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Flore fourragère de la France, reproduite par la méthode de compression dite phytoxygraphique; *par* M. Edme ANSBERQUE. Lyon, 1866; 1 vol. in-folio cartonné. (Présenté par M. Bouley.)

Traité clinique des maladies de la poitrine; par M. Walter-H. WALSHE, *traduit sur la troisième édition et annoté par* M. J.-B. FONSSAGRIVES. Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Longet.)

Nouvelles études sur les raisins, leurs produits et la vinification; par M. L.-R. LE CANU. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

De l'utilité de l'histoire de la Médecine. Discours prononcé à la séance solennelle d'ouverture de l'Ecole médico-chirurgicale de Lisbonne, le 5 octobre 1869; *par* M. P.-F. DA COSTA ALVARENGA; *traduit du portugais par* M. VAN DEN CORPUT. Anvers, 1869; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Deux observations de botanique cynégétique; par M. A. LAGRÈZE-FOSSAT. Moissac, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Recueil de la Société des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Tarn-et-Garonne.*)

Notes sur quelques oiseaux considérés comme nouveaux, provenant du voyage de M. l'abbé Armand David; par M. J. VERREAUX. Paris, sans date; 4 pages in-4°. (Extrait des *Archives du Muséum.*)

Carte géologique-agronomique du département de la Haute-Vienne, publiée en vertu de l'autorisation du Conseil général sous l'administration de M. A.

Demanche, Préfet, dressée par M. MALLARD, *d'après la carte topographique levée par les officiers d'État-Major.* Paris, 1869; en 4 feuilles.

Bullettino... *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. II, août 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Note par M. J. COFFIN. Arras, sans lieu ni date; 1 page in-8°.

Vierteljahrsschrift... *Quatorzième Mémoire de la Société astronomique, publié sous les auspices de* M. le professeur BRUHNS, IVe année, 4e livraison, octobre 1869. Leipzig, 1869; br. in-8°.

Tafeln... *Tables de réduction des observations d'étoiles fixes de 1726 à 1750, 2e supplément au 14e Mémoire de la Société astronomique.* Leipzig, 1869; br. in-8°.

1869. *Programme de la Société batave de philosophie expérimentale de Rotterdam.* Sans lieu ni date; br. in-8°.

Gedachtenisviering... *Revue rétrospective de l'état de la Société batave de Rotterdam durant les cent années écoulées de 1769 à 1869.* Rotterdam, 1869; *et sanitaire*, in-4°.

The food journal... *Journal de l'alimentation, revue d'économie sociale* 1re année, n° 1. Londres, 1870; in-8°.

Studii... *Études sur l'industrie des céréales en Sicile et sur la population qui s'y livre; par* M. G. CARUSO. Palerme, 1870; in-8°.

Trattato... *Traité de viticulture et de vinification, ou le présent et l'avenir de l'œnologie; par* M. G. CARUSO. Palerme, 1869; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 février 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Conservatoire impérial des Arts et Métiers. Catalogue des collections, publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; par M. A. MORIN, Membre de l'Institut, 5e édition. Paris, 1870; in-12.

Rapport présenté à S. Exc. M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, par l'Académie impériale de Médecine, sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1867. Paris, 1870; in-8°. (Six exemplaires.)

Bulletin de la Société industrielle de Reims, t. VII, n° 34, septembre-octobre 1869. Reims et Paris, 1869; in-8°.

Constitution de la matière et ses mouvements; nature et cause de la pesanteur; par le P. LERAY, *avec une Préface par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. Faye.)

L'arachide, son fruit, l'huile et le tourteau qu'on en retire; par M. B. CORENWINDER. Lille, 1869; br. in-8°. (Extrait des *Archives du Comice agricole de l'arrondissement de Lille*.)

Note sur le calcul infinitésimal; par M. MÉHAY. Paris, 1870; opuscule grand in-8°. (Extrait du *Moniteur scientifique Quesneville*.)

Institut des provinces de France. Congrès scientifique de France. Ouverture le 1er *août* 1870, 37e session, à Moulins. Moulins, 1870; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 février 1870.)

Page 232, ligne 16, *au lieu de* $N_2 = \frac{d^2\psi}{dx^2}$, *lisez* $N_2 = \Pi y + \frac{d^2\psi}{dx^2}$.

Page 233, ligne 14, *au lieu de* $\varepsilon_1 = \omega$, *lisez* $\varepsilon_1 = -\omega$ et $\varepsilon_1 = -\frac{\pi}{2} + \omega$.

(Séance du 14 février 1870.)

Page 283, lignes 2 et 3, en remontant, *au lieu de* $\cot(\varphi + \varepsilon_1)$, *lisez* $\cot(\varphi' + \varepsilon_1)$.

Page 330, ligne 6, *au lieu de* M. Mannhein, *lisez* M. Mannheim.

Page 342, ligne 24, *au lieu de* M. LEBIQUE DE MOUCHY, *lisez* M. LERICQUE DE MONCHY.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la position des trachées dans les Fougères* (troisième Partie); *par* **M. A. Trécul** (1).

« A un travail dans lequel il est dit (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151 et suiv.) que la structure, l'orientation et la symétrie des faisceaux est la même dans tous les végétaux acrogènes, ayant eu l'occasion d'opposer, entre autres objections, quelques remarques faites sur des Fougères (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 521), je crus le moment venu de poursuivre des recherches que mes autres occupations m'avaient jusque-là empêché de continuer. Je choisis alors parmi les pétioles de ces plantes des types de constitution très-divers, et le 21 juin 1869 je fis part de mes résultats à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1437). Puis, le 26 juillet, je décrivis l'organisation si complexe du *Pteris aquilina*. Aujourd'hui j'ai pour but principal l'étude des tiges de bon nombre des plantes que j'ai nommées dans ma Communication du 21 juin, et de plusieurs autres espèces appartenant aux mêmes genres ou aux mêmes types de structure.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» Déjà, en 1854, M. Lestiboudois avait signalé les trachées dans la tige des Fougères, et il croyait la constitution des faisceaux de ces plantes identique à celle qu'ils ont dans les Monocotylédones et les Dicotylédones, n'ayant pas reconnu la position de ces vaisseaux spiraux (*Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 880, 987 et suiv.). D'autre part, M. Bert parlant, en 1859, de la présence des trachées dans les jeunes frondes, dit qu'elles lui ont semblé occuper le plus souvent les parties centrales des faisceaux. De son côté, M. G. Mettenius avait observé des *cellules spiralées* à la surface du corps vasculaire de la tige des Hyménophyllacées.

» Dans mes Communications précédentes, j'ai montré que, si les trachées et les vaisseaux annelés existent assez souvent sur le milieu de la face interne des faisceaux dorsaux des pétioles de diverses espèces, elles se rencontrent aussi très-fréquemment sur les côtés des faisceaux, soit à la surface même de ceux-ci, soit enfermées dans des crochets particuliers composés de vaisseaux rayés, ponctués ou autres, ordinairement plus petits que tous les autres vaisseaux. Dans certains cas, le système vasculaire affecte, sur la coupe transversale, la forme d'un X ou d'un T, dont toutes les branches ont des vaisseaux annelés et des trachées à leurs extrémités. J'ai dit aussi que, se trouvant parfois dans de petits enfoncements épars à la surface de lames vasculaires plus ou moins larges, les vaisseaux trachéens et annelés peuvent être rejetés vers l'extérieur par les vaisseaux qui bordent l'anse, et qui, en se rapprochant, obstruent l'ouverture de celle-ci sur la face interne de la lame. J'ai dit encore que si, dans le pétiole du *Pteris aquilina*, les vaisseaux spiraux et annelés sont situés vers les extrémités latérales des faisceaux, ils sont, au contraire, à l'intérieur de la tige, dans la région centrale des faisceaux. Enfin, j'ai annoncé qu'il n'existe pas de trachées dans le rhizome du *Polypodium aureum* (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 250). Toutes les plantes que j'ai nommées et toutes celles que je vais citer, prouvent qu'il n'y a point unité de constitution, d'orientation et de symétrie dans les végétaux vasculaires (1).

» Aux personnes qui voudraient prétendre que ce ne sont pas des trachées qui existent dans les Fougères, mais seulement des vaisseaux annelés et des vaisseaux spiraux pourvus d'une membrane, comme ces organes sont très-souvent altérés dans la plante adulte, je répondrais en les renvoyant à l'étude des pétioles du *Blechnum brasiliense* et de l'*Aspidium falca-*

---

(1) *Voir* aussi, à l'appui de cette conclusion, ma Communication du 1er mars 1869.

tum, etc., où les plus belles trachées existent toujours en très-grand nombre. Et d'ailleurs, pour soutenir qu'il n'y a pas unité de disposition, d'orientation et de symétrie des faisceaux, je n'ai besoin que du groupe des spiro-annelés proprement dits. Ces petits vaisseaux, comme le savent les phytotomistes expérimentés, existent sur la face interne du groupe trachéen, dont ils ne sont pour ainsi dire que la partie la plus interne, chez les nombreux Phanérogames dans lesquels ils ont été observés; tandis que dans les Fougères ils occupent, ainsi que les trachées, les diverses positions que j'ai mentionnées, et souvent on n'en trouve pas de trace dans les rhizomes.

» Les plantes dont je veux parler dans cette Communication et dans la prochaine se divisent en deux catégories principales. Dans la première chaque maille du système vasculaire de la tige porte une feuille, tandis que dans la seconde les feuilles ne se développent qu'à des places particulières. Voyons d'abord les plantes du premier type. Je les rangerai suivant le nombre et la disposition des faisceaux du pétiole.

» Dans l'*Athyrium Filix-femina*, il n'émane de chaque maille du système vasculaire du rhizome, qui est dépourvu de vaisseaux spiraux et annelés, qu'un seul faisceau pétiolaire, et il est inséré à la base même de la maille. Un faisceau radiculaire est placé un peu au-dessous de lui sur le gros faisceau qui termine inférieurement la maille. Cet unique faisceau pétiolaire, légèrement canaliculé en dessus, et qui, presque dès sa base, enserre des vaisseaux spiraux et annelés dans sa région moyenne, se bifurque vers son entrée dans le pétiole, et là chaque branche s'élargit; puis, par un écartement de ses vaisseaux latéraux sur la face interne, s'ouvre en crochet d'abord au côté dorsal, ensuite au côté supérieur. Ce sont ces crochets qui, dans la partie inférieure du pétiole, recouvrent les vaisseaux spiraux et annelés. Mais plus haut les deux faisceaux pétiolaires s'unissant en gouttière par leurs crochets dorsaux, les vaisseaux spiraux et annelés, correspondant à ces derniers crochets, se trouvent dans de petits enfoncements de la face interne. La gouttière s'affaiblit ensuite graduellement de bas en haut, comme il a été dit antérieurement.

» Dans les *Aspidium Serra, patens, molle, violascens, uliginosum, Cunninghami, decursive-pinnatifidum, Thelypteris; Asplenium striatum, Lasiopteris; Struthiopteris germanica,* etc., il naît de chaque maille deux faisceaux pétiolaires, un de chaque côté, insérés vers le tiers, la moitié ou les trois quarts de la hauteur des mailles, suivant les espèces.

» Dans toutes ces plantes, ces faisceaux ont des crochets sur les deux côtés, et ils s'unissent, à une hauteur variable, par les crochets dorsaux, en gouttière qui se comporte comme je viens de le rappeler (1).

» Dans quelques espèces (*Aspidium Serra* et *patens*, par exemple), outre le groupe trachéen ou spiro-annelé des deux crochets, il y a un autre groupe semblable (quelquefois deux dans l'*Aspidium Serra*) dans un petit enfoncement placé à quelque distance au-dessus de l'anse ou crochet dorsal. Dans l'*Aspidium Serra*, chaque faisceau est géniculé en cet endroit, et cet enfoncement ou anse moyenne est fermé graduellement de bas en haut vers l'intérieur par le rapprochement des gros vaisseaux rayés qui le bordent, de façon que le groupe spiro-annelé est rejeté vers l'extérieur du faisceau, où il disparaît plus haut, comme j'en ai déjà cité un exemple en parlant du *Pteris longifolia*. Dans l'*Aspidium patens* l'anse de la région moyenne du faisceau se rapproche peu à peu du crochet dorsal et finit par se confondre avec lui.

» Parmi les plantes que je viens de nommer, l'*Aspidium decursive-pinnatifidum*, l'*Asplenium striatum* et l'*Adiantum tenerum* ne possèdent pas de vaisseaux trachéens ni de spiro-annelés dans les faisceaux de la tige. Au contraire, dans les autres espèces il en existe sur les lamelles minces qui forment des décurrences diminuant graduellement de largeur à partir des faisceaux pétiolaires qu'elles prolongent plus ou moins par en bas sur les côtés des faisceaux de la tige. Alors ces faisceaux sont souvent bordés d'un commencement de crochet vasculaire comme ceux du pétiole, mais d'autant plus réduit qu'il est observé plus bas.

» Dans l'*Aspidium uliginosum* ces lames décurrentes s'arrêtent vers le milieu de l'espace qui sépare de la base de la maille l'insertion des faisceaux pétiolaires, et les vaisseaux spiraux et annelés cessent avec elles.

» Dans les *Aspidium Thelypteris*, *Cunninghami*, *violascens*, *molle*, *Struthiopteris germanica*, *Asplenium Lasiopteris*, etc., le groupe des vaisseaux spiraux

---

(1) Dans l'*Adiantum tenerum*, les deux faisceaux du pétiole n'ont que de très-faibles crochets latéraux. Après que ces deux faisceaux se sont unis en V très-ouvert par leurs crochets dorsaux, les gros vaisseaux rayés des deux branches du V, se rapprochant en avant du groupe trachéen qui occupe le fond de ce V, l'enferment, et il est alors au côté dorsal du système vasculaire principal, n'étant séparé de la face externe que par la rangée des tout petits vaisseaux rayés qui le recouvrent de ce côté; mais ici la clôture interne définitive est moins constante, dans les parties inférieures du pétiole, que dans les exemples analogues que j'ai signalés antérieurement.

et annelés se prolonge jusqu'au bas de chaque maille. Dans l'*Asplenium Lasiopteris* on le suit jusqu'au-dessous du faisceau radiculaire inséré à 1 ou 2 millimètres plus bas.

» Dans l'*Aspidium Thelypteris*, la décurrence est faible sur les faisceaux de la tige, mais fort remarquable par la disposition du petit groupe vasculaire qui la constitue et qui s'ouvre souvent en crochet. Ce groupe contient des vaisseaux spiraux et annelés fort grêles, et est placé sur les côtés des faisceaux de la tige le plus loin possible de la face interne, à la limite de leur face externe. C'est ce qui fait qu'au bas de chaque maille, où les deux faisceaux qui bordent celle-ci se rencontrent et se fusionnent, les deux petits groupes à vaisseaux spiraux et annelés décurrents, après s'être assemblés les premiers, se trouvent réunis en un seul, qui fait même d'abord saillie au milieu de la face externe du gros faisceau basilaire ainsi doublé. Il s'efface un peu plus bas. Ici, comme ailleurs, les vaisseaux spiraux et annelés ne sont pas tout à fait superficiels : comme dans les crochets, et dans la plupart des anses dont il est ici souvent question, ils sont limités extérieurement par une rangée de petits vaisseaux rayés ou ponctués (1).

» Cette dernière disposition de ces petits vaisseaux à la face externe du gros faisceau basilaire des mailles est ordinaire dans les cas de cette nature. J'en citerai d'autres exemples ; mais dans cette plante et dans le rhizome grêle du *Struthiopteris germanica*, elle est particulièrement digne d'attention.

» Quand les lames décurrentes sont larges, elles peuvent être parcourues sur leur face interne par deux, trois ou même quatre lignes de vaisseaux spiraux et annelés, placées dans de petits enfoncements. J'en ai observé deux dans l'*Aspidium uliginosum*, trois dans l'*A. violascens*, jusqu'à quatre dans les *A. Serra* et *patens*.

» Dans les autres parties des faisceaux de la tige, par exemple au-dessus de l'insertion des faisceaux pétiolaires, il n'existe ni trachées ni spiro-annelés ; et quand un tronçon de faisceau commun à deux mailles correspond d'un côté à la base d'une des mailles, et de l'autre côté à la partie supérieure de l'autre maille, il n'y a pas de vaisseaux spiraux et annelés sur ce dernier côté, tandis qu'il en existe sur l'autre, qui limite la base d'une maille.

---

(1) J'ai toujours trouvé l'insertion des racines adventives de cette plante directement opposée à un groupe de ces petits vaisseaux spiraux et annelés, que ce groupe soit placé au côté d'un faisceau, ou qu'il occupe le milieu de la face dorsale d'un des gros faisceaux.

» Les *Asplenium Adiantum-nigrum, Serra, Belangeri, fœniculaceum* (*Cœnopteris*), *Scolopendrium officinale, Ceterach officinarum*, ont aussi deux faisceaux pétiolaires émanant de chaque maille, mais au lieu de s'unir en gouttière, comme dans les plantes précédentes, ces deux faisceaux s'assemblent par la partie moyenne de leur face interne, qui est convexe, de manière à simuler un H (1), au moins au début de l'union (*Aspl. Serra, Laserpitiifolium, Belangeri*), ou un X plus ou moins imparfait, comme celui déjà vu par M. Lestiboudois dans la Scolopendre. On a donc alors une figure à quatre branches, toutes pourvues de vaisseaux spiraux et annelés vers leurs extrémités, ainsi que je l'ai annoncé aux pages 522 et 1442 du tome LXVIII. Je me bornerai ici à dire qu'aux branches dorsales de l'*Aspl. Serra* le crochet est aussi beau que dans l'*Aspl. Laserpitiifolium*, décrit par moi antérieurement, et que, dans les autres espèces citées, il n'y a qu'une courbe plus faible, et dans quelques cas presque nulle. J'ajouterai aussi que le T, auquel l'X donne lieu plus haut en se dégradant dans le rachis, s'efface peu à peu comme d'habitude, et que j'ai remarqué plusieurs fois que le groupe trachéen ou spiro-annelé qui termine l'extrémité dorsale de la tige de ce T, persistait encore après que les gros vaisseaux rayés qui constituent la partie principale de cette tige du T ont disparu. Cela se présente parfois de telle façon que ce petit groupe spiro-annelé reste isolé et loin en arrière des deux branches supérieures du T persistantes, du tissu cellulaire ayant pris la place des vaisseaux rayés intermédiaires qui sont effacés, comme dans la figure suivante ∵ (*Asplenium Serra, Belangeri*, etc.).

» Je ferai observer, à cette occasion, que dans les faisceaux qui possèdent ainsi à leurs extrémités latérales, soit des vaisseaux spiraux et annelés, soit simplement de très-petits vaisseaux rayés, comme ceux que j'ai signalés dans la tige des *Polypodium aureum* et *Phymatodes*, etc., ce sont ces petits vaisseaux qui sont achevés les premiers, ainsi que cela arrive pour les petits vaisseaux externes des faisceaux primaires ou centripètes des racines, et, en général, pour les vaisseaux trachéens de toutes les plantes.

» Dans l'*Asplenium Serra*, les faisceaux pétiolaires sont insérés sur ceux de la tige vers la moitié de la hauteur des mailles; ils le sont vers le tiers dans les *Asplenium Adiantum-nigrum, Belangeri, striatum*, la Scolopendre, etc. Dans la Cétérach ces deux faisceaux sont attachés tout au bas des mailles,

---

(1) Cet H ne ressemble pas du tout à celui des pétioles de la plante fossile qui a été figurée par Cotta dans son *Die Dendrolithen*, et qui a été retrouvé plus tard par Corda, et dernièrement par M. B. Renault (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 120).

et sont à peu près contigus entre eux et avec le faisceau radiculaire placé derrière. Si l'on supposait ces deux faisceaux pétiolaires fusionnés en un seul, on aurait la représentation de celui qui part du fond de la maille de l'*Athyrium Filix-femina*. De plus, comme cet *Athyrium* possède un faisceau radiculaire inséré derrière la base de ce faisceau foliaire, il y a là un trait d'union de plus entre cette plante et les *Asplenium* que je viens de nommer; car les racines qui sortent de la base de leur pétiole naissent d'un faisceau cylindroïde ou elliptique (*Aspl. Adiantum-nigrum*, *Belangeri*, *striatum*), ou en gouttière (*A. caudatum*, *Serra*), parti du bas de la maille. Dans l'*Asplenium Serra* la gouttière se change, à 3 millimètres au-dessus de son insertion, en un tube cylindrique du sommet duquel émanent une vingtaine de racines (1).

» L'*Asplenium fœniculaceum* présente une modification à cette insertion. Le faisceau radiculaire n'est pas toujours attaché au fond de la maille. Il l'est assez souvent un peu plus haut sur l'un des faisceaux de la tige. Dans ce cas, l'un des faisceaux pétiolaires repose à la même hauteur que la racine sur l'autre côté de la maille, tandis que le second faisceau pétiolaire est inséré de l'autre côté, à quelque distance au-dessus du faisceau radiculaire. Il y a donc ici défaut de symétrie; mais dans quelques mailles *fort rares*, la symétrie est rétablie, en ce sens qu'il y a deux paires d'organes insérés l'une au-dessus de l'autre. Toutefois les faisceaux pétiolaires et les radiculaires sont disposés inversement sur les deux bords de la maille. On a, d'un côté, un faisceau radiculaire en bas et un faisceau pétiolaire en haut, et de l'autre côté un faisceau pétiolaire en bas et un faisceau radiculaire en haut.

» L'*Asplenium Lasiopteris* manifeste une autre déviation. Il y a bien un faisceau radiculaire à 1 ½ ou 2 millimètres au-dessous de chaque maille, mais il y en a ailleurs. Il en existe souvent un à quelque distance au-dessous de l'insertion de chaque faisceau foliaire. Un autre est quelquefois derrière cette insertion même, ou un peu plus haut. Seulement rarement une racine est placée au-dessus du sommet même des mailles. De cette façon les faisceaux radiculaires de cette plante paraissent épars le long de la face externe des faisceaux du rhizome, ce qui lui communique de la ressemblance avec celui des *Aspidium violascens*, *uliginosum*, *Serra*, *pa-*

---

(1) J'ai vu l'extrémité de ce tube radicigène s'allonger en un rameau portant des feuilles. Dans la prochaine séance je décrirai, d'après l'*Aspidium Goldianum* et le *Blechnum occidentale*, d'autres faisceaux à insertion radiciforme qui reproduisent le rhizome.

tens, etc., dont les racines sont dispersées aussi ou en séries sur les côtés de ces faisceaux. L'insertion des racines de l'*Asplenium Lasiopteris* ressemble particulièrement à celle des mêmes organes dans l'*Aspidium Cunninghami*, qui a une racine au-dessous des mailles, une au-dessus, et quelquefois une derrière les faisceaux pétiolaires. Au reste, ce n'est pas là le seul trait d'analogie. Comme dans les *Aspidium* cités, les deux faisceaux pétiolaires s'unissent en gouttière, ce que j'ai déjà indiqué à la page 1440 du t. LXVIII pour l'*Asplenium* (*Diplazium*) *striatum*; tandis que d'autres espèces ont les faisceaux réunis en X, comme on l'a vu plus haut. Ces dispositions des faisceaux pétiolaires en U et en X constituent donc deux types dans les *Asplenium* étudiés ici (1).

» Dans ces plantes je n'ai trouvé de vaisseaux spiraux sur les faisceaux de la tige, que dans l'*Asplenium Lasiopteris*, où ils occupent la position indiquée ci-dessus, et dans l'*Asplenium* (*Diplazium*) *proliferum* (2), qui s'ajoute au type en U, avec une modification toutefois. En effet, cette dernière espèce diffère de ses congénères citées en ce qu'elle émet de chaque maille du réseau vasculaire, non deux faisceaux, mais quatre : deux grêles et deux larges. Les deux grêles sont insérés vers la base de la maille; les deux larges immédiatement au-dessus de ces derniers, et leur bord supérieur libre atteint environ les trois quarts de la hauteur de ces mailles.

» Les faisceaux grêles ou dorsaux ont les vaisseaux spiraux sur leur face

---

(1) On trouve là une raison de plus contre l'acceptation du genre *Diplazium*. A peine doit-il être conservé comme sous-genre, car on observe des sores accolés dos à dos dans les deux types de structure caractérisés par l'X ou par l'U vasculaire. Les *Asplenium fœniculaceum* et *Belangeri* (du type X) en offrent assez souvent dans le lobe inférieur du côté de l'aisselle de quelques segments de la feuille; dans l'*Asplenium* (*Diplazium*) *striatum* (du type U) les sores binaires sont fréquemment les moins nombreux, et l'*Asplenium Lasiopteris* (du type U aussi) n'offrait que des sores simples dans la plante que j'ai eue à ma disposition. Dans ce genre comme ailleurs les cellules épaissies en noir ne peuvent servir à caractériser que les espèces.

(2) Dans l'*Asplenium Serra* le côté dorsal du faisceau pétiolaire, terminé par un beau crochet, se prolonge sur les faisceaux pétiolaires, sous la forme d'une lame décurrente qui diminue graduellement de largeur, jusqu'à la base des mailles. Une circonstance fortuite m'ayant privé de la seule tige que je possédasse, m'a empêché d'y rechercher les vaisseaux spiraux et annelés, qui pourraient bien s'y rencontrer, ainsi que dans l'*Asplenium Laserpitiifolium*, dont le crochet est non moins beau, et dont je n'ai pu examiner de rhizome. Il n'existe ni vaisseaux spiraux, ni vaisseaux annelés dans les faisceaux de la tige de la Scolopendre et de la Cétérach.

interne; les deux faisceaux supérieurs les ont dans un crochet à leur côté dorsal. Le crochet manque à l'autre côté, mais seulement vers la base du pétiole. Là, tout près du bord supérieur, il y a un tout petit enfoncement, souvent même tout à fait clos, qui contient quelques vaisseaux spiraux; mais à quelque distance de ce bord, dans un léger coude, est une fort belle anse presque fermée, qui enserre des vaisseaux spiraux plus nombreux. Plus haut dans le pétiole, ce coude s'infléchit de plus en plus, et finit par former un crochet très-profond, qui recouvre quatre ou cinq groupes trachéens.

» Les quatre faisceaux que le pétiole possède à sa base ne restent pas libres dans toute la longueur de celui-ci. A 1 ou 2 centimètres de leur insertion sur ceux de la tige, les faisceaux dorsaux s'unissent chacun au côté du supérieur voisin, et vers le milieu du pétiole les deux faisceaux qui en résultent, s'accolent par leur côté dorsal, et forment une gouttière profonde, dans laquelle les groupes trachéens conservent leur position respective, jusqu'à ce que les groupes dorsaux disparaissent successivement par l'affaiblissement de bas en haut de ce système vasculaire, selon le mode ordinaire à ce type; c'est-à-dire que, quand il y a comme ici quatre groupes trachéens au fond de la gouttière : deux vers la région moyenne et un de chaque côté de ce fond, c'est un des moyens qui disparaît d'abord, puis l'autre moyen devient tout à fait médian, et s'efface plus haut à son tour. Les deux latéraux s'approchent alors de la ligne médiane de la gouttière, et disparaissent de la même manière, à mesure que la gouttière décroît.

» En suivant par en bas les groupes des vaisseaux spiraux, on les voit passer de la base des faisceaux pétiolaires dans les faisceaux de la tige. Là ils occupent une position remarquable. Les faisceaux de la tige sont composés, en cet endroit, de deux couches de vaisseaux rayés, qui ont des directions différentes. Les vaisseaux de la couche externe ont la direction du faisceau de la tige; ceux de la couche interne ont la direction des vaisseaux rayés qui se prolongent dans les faisceaux du pétiole, de sorte qu'il y a un entrecroisement des éléments vasculaires des deux couches. A cause de cela, celles-ci peuvent être aisément séparées par le scalpel. C'est à la limite de ces deux couches que se trouvent les vaisseaux spiraux qui prolongent les groupes trachéens du pétiole, mais ces vaisseaux spiraux sont plus gros que ceux de cet organe, et il n'y a pas de vaisseaux annelés entre les deux couches de vaisseaux rayés.

» Bien que le rhizome des *Gymnogramme chrysophylla* et *Calomelanos* soit privé de vaisseaux spiraux, la disposition de leur système vasculaire

accuse plus d'une analogie avec celle qui existe dans la plante précédente. Dans la tige de l'*Asplenium proliferum*, les faisceaux sont larges et plats, et laissent entre eux des mailles assez courtes, dont les faisceaux pétiolaires occupent à peu près les trois quarts de la hauteur. Dans les *Gymnogramme* qui viennent d'être nommés, le système vasculaire forme une couche ou sorte de gaîne épaisse, pourvue de petites ouvertures, au bord desquelles sont insérés les faisceaux pétiolaires (1).

» Dans le *Gymnogramme chrysophylla*, il y a un faisceau lamellaire de chaque côté de l'ouverture, et il occupe la moitié ou les trois quarts de la hauteur de celle-ci, et quelquefois les deux faisceaux sont unis par leur base dorsale. Dans le *Gymnogramme Calomelanos* il y a aussi deux faisceaux pétiolaires, mais ils revêtent entièrement les deux côtés de l'ouverture (au moins dans une forte tige que j'ai sous les yeux). Ils sont ordinairement unis par leur base dorsale, et beaucoup plus rarement par leur base aussi du côté supérieur. Un peu au-dessus, mais tout près de cette base, les deux faisceaux sont séparés, et bientôt chacun d'eux émet un petit faisceau par son côté dorsal. Il y a alors quatre faisceaux à la partie inférieure du pétiole, comme dans l'*Asplenium proliferum* (à l'insertion près). Les deux faisceaux larges ou supérieurs ont de chaque côté un crochet avec vaisseaux spiraux et annelés. Les deux étroits ont les mêmes vaisseaux sur leur face interne. Ces quatre faisceaux s'assemblent plus haut aussi comme dans cette dernière plante, et comme je l'ai dit à la page 1440 du tome LXVIII. Chaque petit dorsal s'unissant au supérieur voisin, et les deux faisceaux doubles ainsi produits s'alliant ensuite par leur côté postérieur, la gouttière vasculaire ordinaire est constituée.

» Je terminerai cette Communication en signalant l'insertion des racines de ces plantes, et une particularité qui me fut offerte par la tige du *Gymnogramme chrysophylla*.

» Cette particularité consiste dans l'existence de noyaux vasculaires elliptiques ou allongés, tout à fait libres au milieu de la moelle. Ces noyaux, qui ont la même structure que la gaîne vasculaire qui vient d'être signalée, ne m'ont laissé voir aucune communication avec elle. L'un des plus petits noyaux avait 1 millimètre sur $0^{mm},75$; les moyens 2 millimètres sur 1 millimètre; le plus long, qui semblait composé de trois, à cause de deux étran-

(1) Les plantes à système vasculaire de la tige en zone circulaire continue ne paraissent pas très-rares dans les Fougères. Les *Cheilanthes microphylla*, *Pteris falcata*, etc., dont voici les planches, en donnent des exemples.

glements qu'il présentait, avait 12 millimètres de longueur, et il était incomplet, ayant été coupé transversalement.

» L'analogie de structure que j'ai indiquée avec l'*Asplenium proliferum* se poursuit encore dans l'insertion des racines. Dans l'un et l'autre cas, plusieurs de ces organes partent de la base des feuilles. Cependant, il y a une légère différence : dans l'*Asplenium* en question, quatre à cinq faisceaux radiculaires, qui produisent un plus grand nombre de racines, émanent ordinairement du fond même de chaque maille, tandis que dans les *Gymnogramme* un groupe de quinze à vingt racines (de cinq à six dans les jeunes tiges) sortent de la surface externe un peu renflée de la gaîne vasculaire, derrière la base de chaque ouverture ou insertion de feuille ».

SPECTROSCOPIE. — *Sur les modifications apportées par le magnétisme dans la lumière émise par les gaz raréfiés.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 20 février 1870.

» Les phénomènes observés par M. Trève et par M. Daniel, concernant l'influence du magnétisme sur les gaz raréfiés (1), sont très-intéressants : j'ai répété leurs expériences, et je vais exposer les résultats qui me paraissent nouveaux et de quelque importance, sous le rapport spectroscopique ou pour la théorie. Je dois à l'obligeance du R. P. Provenzali, professeur de Physique au Collége romain, d'avoir pu employer un puissant électro-aimant de Faraday : il a bien voulu prendre part lui-même aux expériences, et les faits que je vais exposer ont été également constatés par lui. La pile était une pile de Bunsen à grandes dimensions : 12 éléments servaient pour l'électro-aimant; et 12 pour la bobine d'induction, qui donnait des étincelles de 8 centimètres. Les tubes étaient de formes diverses et de sections variables : c'étaient ceux que j'ai employés dans d'autres recherches, et qui proviennent en partie de M. Geissler, de Bonn, et en partie de M. Alvergnat, de Paris.

» Voici les résultats :

» 1. Toutes les fois qu'un tube à large section est placé dans l'intervalle ou dans le voisinage des pôles de l'électro-aimant, la lumière diffuse ou stratifiée qui le remplissait se trouve, à la fermeture du circuit, immédiatement projetée ou condensée vers le point du tube le plus éloigné de l'aimant, par une répulsion bien visible; alors, au lieu d'une lumière diffuse, on a un trait de feu assez vif, plus ou moins étroit selon le diamètre du tube. Ce fait était déjà depuis longtemps connu en partie : on savait qu'il y avait une influence

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 36 et 183.

des aimants sur la lumière intérieure des tubes de Geissler. Avec des tubes à section convenable, la lumière prend des formes très-bizarres, et, lorsque le courant change, on voit la masse lumineuse se déplacer visiblement dans l'intérieur des tubes, et prendre des dispositions contraires selon le sens du courant. L'effet est le même que si le gaz intérieur se déplaçait réellement, pour s'accumuler dans les parties les plus éloignées de l'aimant. Ces mouvements rappellent, en petit, les grands mouvements des *streamers* ou courants, dans les aurores boréales.

» 2. Le gaz ainsi repoussé contre la paroi la plus éloignée du tube devient assez lumineux pour donner un spectre plus brillant et plus distinct. Si le courant est assez fort, et si le gaz est de ceux qui ont un double spectre, comme le chlore et l'azote, on voit alors les deux spectres : celui du premier ordre, dans la partie du tube qui est la plus éloignée des pôles, et celui du second ordre, dans celle qui en est la plus voisine, quoique le tube ait un grand diamètre. J'avais déjà remarqué, dans une de mes Communications précédentes, que les deux spectres d'un même gaz, par exemple de l'azote, coexistent dans un même tube; mais que celui du premier ordre se présente dans le tube large, et celui du second ordre dans le tube capillaire: or, sous l'action du magnétisme, un tube assez large peut, à lui seul, donner le spectre du premier ordre mêlé à celui du second ordre, selon ses dimensions. J'en ai eu un exemple assez frappant dans un tube capillaire, dont le diamètre était trop grand pour qu'on pût y développer le spectre du second ordre de l'azote, même avec une bouteille interposée dans le circuit; aussitôt que ce tube fut placé entre les pôles de l'électro-aimant, dès la fermeture du circuit, on obtint un des plus beaux spectres du second ordre que j'aie jamais vus. Ce fait, pour le dire en passant, prouve que la production de ces deux spectres n'est pas due à l'impureté des gaz, comme l'a dit M. Dubrunfaut, mais à une différence de température, sous certaines conditions que nous exposerons ultérieurement. Le tube contenant du chlore a donné les mêmes résultats.

» Le tube à hydrogène nous a présenté un phénomène encore plus saisissant. La partie placée entre les pôles, non seulement donna un spectre superbe, mais devint, même à l'œil nu, d'une belle couleur jaune très-vive : en dehors des pôles, elle donnait une teinte rouge magnifique, et les deux couleurs se fondaient, avec cette admirable vivacité de nuance, que je me rappelle avoir vue seulement dans les protubérances solaires de l'éclipse de 1860. Avec le spectroscope, j'ai même cru, pendant un instant, y voir briller la raie jaune des protubérances, avec les autres raies ordinaires de ce gaz. Mais une analyse précise m'a fait voir que c'était la raie double

du sodium. Sans doute, le verre ne résistait pas à la haute température produite, et se décomposait. Quoique le tube fût très-fin, on voyait cependant que le trait lumineux n'y occupait qu'une portion du diamètre intérieur.

» Tous ces phénomènes peuvent se résumer dans un simple énoncé : le magnétisme agit comme s'il rétrécissait la section des tubes. L'origine de ce phénomène paraît consister dans une répulsion produite par l'aimant sur les gaz très-raréfiés, laquelle action diminue considérablement la surface dans la section traversée, et il se produit ainsi une température plus élevée, selon la loi déjà établie pour les gaz, loi analogue à celle des fils métalliques. Il s'ensuit que le gaz peut alors présenter un spectre différent, celui qu'il donnerait dans un tube de section considérablement moindre.

» L'origine de cette répulsion ne me paraît autre que le diamagnétisme. Les gaz expérimentés par moi (azote, hydrogène, chlore) sont diamagnétiques; l'oxygène, qui est magnétique, n'a pas été expérimenté, mais la répulsion pour l'hydrogène était si forte qu'on pouvait voir les oscillations d'une bulle d'eau de savon, pleine de ce gaz, qu'on avait placée entre les pôles de l'électro-aimant. Il est impossible d'observer ces phénomènes sans les comparer aux phénomènes bien autrement grandioses que nous présente la chromosphère solaire, et il n'est pas impossible que, même dans cet astre, des actions électriques produisent des répulsions analogues. Cela a été déjà soupçonné par d'autres savants, mais les phénomènes des gaz raréfiés me paraissent propres à donner plus de valeur à ces spéculations.

» Ces jours derniers, nous avons eu une recrudescence de perturbations magnétiques et une plus grande affluence de taches solaires, et on a bien constaté que les grandes apparitions des taches sont d'accord avec les manifestations magnétiques terrestres. D'ailleurs, nous savons aussi que les taches sont accompagnées de fortes agitations dans la chromosphère et de protubérances qu'une force mécanique seule pourrait difficilement expliquer.

» Les observations à venir pourront seules nous montrer jusqu'à quel point ces aperçus généraux sont admissibles et justes. »

« **M. Dumas** fait remarquer, à l'occasion de la lecture de la Lettre du P. Secchi, que M. de la Rive, Associé étranger de l'Académie, est occupé depuis quelque temps d'expériences semblables; qu'il les a publiées en partie, et que la rédaction des *Annales de Chimie* vient de recevoir de notre illustre confrère un travail étendu sur ce sujet, qu'il a signalé des premiers à l'attention des physiciens.

» Il pourrait y avoir quelques analogies ou rencontres dans les résultats obtenus par M. de la Rive et par le P. Secchi. M. Dumas désire constater la parfaite indépendance des travaux du physicien genevois, dont la publication peut éprouver quelque retard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles études sur les aldéhydes propylique, butylique et amylique; par* MM. **Is. Pierre** et **Ed. Puchot**. (Extrait.)

« Dans un travail présenté à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 266), nous nous étions proposé pour but l'étude des produits d'oxydation des alcools normaux propylique, butylique et amylique préalablement purifiés. Parmi ces produits se trouvait toujours une certaine quantité de l'aldéhyde correspondant à l'alcool employé. Comme nous opérions sur des quantités assez considérables de matières premières, nous avons pu obtenir ainsi des quantités assez notables de ces aldéhydes, bien qu'elles ne fussent que des produits accessoires dans nos recherches. Nous en avons profité, pour en faire une étude un peu circonstanciée dont nous présentons aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» *Aldéhyde propylique.* — En soumettant à l'action combinée de l'acide sulfurique faible et du bichromate de potasse, *à une basse température*, de l'alcool propylique normal préalablement purgé des autres alcools (vinique, butylique, amylique) qui l'accompagnent ordinairement, il se produisait habituellement, en même temps que du propionate propylique et de l'acide propionique libre, une certaine quantité d'*aldéhyde propylique*. En outre, il restait encore un peu d'alcool propylique non attaqué.

» En soumettant à de nombreuses distillations fractionnées, combinées avec la déshydratation, le liquide éthéré brut, nous sommes parvenus à en séparer de l'aldéhyde propylique, parfaitement limpide, bouillant régulièrement à 46 degrés sous la pression normale, douée d'une odeur suffocante rappelant un peu celle de l'aldéhyde vinique, et si facilement acidifiable au contact de l'air, que l'une des principales difficultés de sa purification consiste à l'obtenir exempte d'acide propionique. Cette acidification a lieu bien plus rapidement encore sous l'influence de la mousse de platine.

» L'aldéhyde propylique réduit assez facilement le nitrate d'argent, en donnant lieu à un dépôt miroitant, d'autant plus adhérent qu'il s'est déposé plus lentement.

» Nous avons trouvé, pour son poids spécifique :

à 0°... 0,8327; à 9°,7... 0,8201; à 32°,6... 0,7906;

d'où, en calculant par interpolation les densités et les volumes correspondant à diverses températures en fonction de $v_0 = 1$ et de $v_{46} = 1$ on déduit, aisément :

Températures.	Densités.	Volumes ($v_0 = 1$).	Volumes ($v_{46} = 1$).
0°	0,8327	1,000	0,928
5	0,8262	1,008	0,9355
10	0,8197	1,016	0,943
15	0,8132	1,024	0,9505
20	0,8068	1,032	0,958
25	0,8003	1,040	0,966
30	0,7939	1,0485	0,974
35	0,7875	1,057	0,982
40	0,7811	1,066	0,990
46	0,7730	1,077	1,000

» Lorsqu'on veut séparer cette substance de l'alcool propylique qui l'accompagne, l'opération est longue et difficile, tant que le mélange n'est pas déshydraté ; mais cette séparation marche ensuite beaucoup plus rapidement, lorsque le mélange est anhydre, et surtout lorsqu'on est parvenu à l'enrichir assez pour que l'aldéhyde prédomine largement sur l'alcool.

» C'est, du reste, un fait que nous avions été à même d'observer plusieurs fois, lorsque nous avons voulu retirer, des alcools mauvais-goût de tête de rectification, la première quantité d'aldéhyde vinique qui s'y trouve habituellement et qu'ils retiennent avec énergie.

» L'aldéhyde propylique peut donc être obtenue sans difficulté, de son alcool normal, par le procédé le plus ordinaire d'oxydation de ces sortes de substances, et l'ensemble de ses caractères fondamentaux la rapproche beaucoup de l'aldéhyde vinique.

» *Aldéhyde butylique.* — L'aldéhyde butylique prend naissance dans des conditions tout à fait analogues à celles dans lesquelles il se produit de l'aldéhyde propylique, avec cette différence que l'alcool butylique y remplace, comme matière première, l'alcool propylique. On la sépare de la même manière. L'aldéhyde butylique est un liquide limpide, incolore, doué de cette odeur suffocante qui paraît être un caractère de famille dans les aldéhydes douées d'un certain degré de volatilité; cependant cette odeur est moins vive que celle des aldéhydes vinique et propylique.

» C'est un liquide facilement acidifiable au contact de l'air, et qui produit alors de l'acide butylique; l'acidification est rendue plus active par la présence de la mousse de platine. L'aldéhyde butylique réduit les sels

d'argent, etc. Température d'ébullition sous la pression normale : 62 degrés.

Poids spécifique... à 0°... 0,8226; à 27°,75... 0,7919; à 50°,4... 0,7638.

» De ces nombres, on déduit facilement, par interpolation :

Températures.	Densités.	Volumes ($v_0=1$).	Volumes ($v_{62}=1$).
0°........	0,8226	1,000	0,9094
5	0,8174	1,0064	0,9152
10	0,8121	1,013	0,9212
15	0,8066	1,020	0,9275
20	0,8010	1,027	0,934
25	0,7952	1,0345	0,9408
30	0,7893	1,042	0,9478
35	0,7833	1,050	0,955
40	0,7771	1,0585	0,9627
45	0,7708	1,067	0,9705
50	0,7643	1,076	0,9788
55	0,7577	1,0856	0,9873
62	0,7481	1,0996	1,000

» *Aldéhyde amylique.* — Nous avons obtenu l'aldéhyde amylique en suivant la même marche que pour les précédentes, c'est-à-dire, en la séparant, par une série de rectifications successives, des produits bruts déshydratés, de l'oxydation de l'alcool amylique préalablement purifié. Son odeur, suffocante comme celle des deux précédentes, l'est cependant à un moindre degré, sans doute à cause de sa moindre volatilité.

» L'aldéhyde amylique, qui bout régulièrement à 92°,5 sous la pression normale, se transforme assez facilement en acide valérianique au contact de l'air, surtout en présence de la mousse de platine : nous avons infecté d'acide valérianique une armoire dans laquelle se trouvaient plusieurs flacons mal bouchés d'aldéhyde amylique brute.

Densité..... à 0°... 0,822; à 43°,4... 0,779; à 71°,9... 0,749;

» On peut déduire de ces nombres, par un calcul d'interpolation facile, les densités et les volumes à diverses températures :

Températures.	Densités.	Volumes ($v_0=1$).	Volumes ($v_{925}=1$).
0°........	0,822	1,000	0,882
5	0,8172	1,006	0,8873
10	0,8124	1,012	0,8925
15	0,8075	1,018	0,898
20	0,8026	1,024	0,9034
25	0,7977	1,0305	0,909

Températures.	Densités.	Volumes ($v_0 = 1$).	Volumes ($v_{92,5} = 1$).
30	0,7926	1,037	0,9148
35	0,7876	1,0437	0,9206
40	0,7825	1,0505	0,9266
45	0,7774	1,0574	0,9327
50	0,7722	1,0645	0,939
55	0,7669	1,0719	0,9455
60	0,7617	1,0792	0,952
65	0,7563	1,0869	0,9587
70	0,751	1,0945	0,9655
75	0,7457	1,1023	0,9724
80	0,7401	1,1107	0,9797
85	0,7343	1,1194	0,9875
92,5.......	0,7251	1,1337	1,000

» *Remarques générales sur les trois aldéhydes précédentes.* — Les nombres que nous donnons ici, comme expressions de ceux des caractères physiques de ces trois substances qui peuvent être formulés numériquement, diffèrent notablement de ceux qu'on a déjà donnés dans divers recueils scientifiques, ce qui nous engage à présenter une revue sommaire des nombres trouvés par les divers expérimentateurs qui se sont occupés de ce genre d'études.

» Ainsi, M. Guckelberger attribue à l'aldéhyde propylique une température d'ébullition comprise entre 55 et 65 degrés; et une densité égale à 0,79, à la température de 15 degrés.

» M. Chancel indique 61 à 62 degrés, en ajoutant qu'elle n'a pas d'odeur suffocante.

» M. Rossi donne, pour la densité à 17 degrés, 0,804; et pour la température d'ébullition, sous la pression de 740 millimètres, 49°,5, ce qui correspond à plus de 50 degrés sous la pression normale de 760 millimètres.

» Pour rendre plus facile la comparaison de ces résultats divers, nous allons les rassembler sous forme de tableaux relatifs à chacune des trois aldéhydes que nous venons d'étudier :

Noms des observateurs.	Températures d'ébullition.	Densités.
	Aldéhyde propylique.	
Guckelberger.........	55 à 65°	0,79 à 15°
Chancel.............	61 à 62°	»
Rossi...............	50°	0,804 à 17°
Pierre et Puchot......	46°	0,813 à 75°

Noms des observateurs.	Températures d'ébullition.	Densités.
	Aldéhyde butylique.	
Chancel	95°	0,821 à 22°
Guckelberger.........	68 à 75°	»
Pierre et Puchot......	62°	0,801 à 20°
	Aldéhyde amylique.	
Malaguti............	110°	0,820 à 15°
Pierre et Puchot......	92°,5	0,8075 à 15°

» Pour plusieurs de ces nombres, il existe, entre nos résultats et ceux qu'ont donnés les autres observateurs, d'assez grandes différences. Nous attribuons la principale cause de ces écarts à la différence de pureté des substances désignées ici sous le même nom, en nous fondant sur la difficulté d'obtenir des produits irréprochables, lorsqu'on n'opère que sur de petites quantités de matière à la fois.

» Nous pourrions peut-être y ajouter encore les réactions secondaires qui peuvent avoir lieu, lorsqu'un produit facilement acidifiable au contact de l'air, comme l'une quelconque de ces aldéhydes, se trouve mélangé avec une certaine quantité d'alcool correspondant, ce qui est le cas le plus ordinaire pendant la purification. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu *M. Fournet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Miller obtient . . , ...	27 suffrages.
M. Domeyko.	18 »
M. Dana.	2 »
M. Leymerie	1 »
M. Lory	1 »

M. MILLER, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Détermination expérimentale de la forme de la Terre.* Mémoire de **M. Gustave Lambert.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Regnault, Morin, Laugier, Delaunay.)

« La détermination expérimentale de la forme de la Terre est une question d'autant plus considérable que les conséquences qui résulteraient d'une connaissance exacte de cette forme seraient de nature à influer sur toutes les hypothèses conçues pour expliquer l'origine de notre globe.

» L'ancienne Académie des Sciences, au siècle dernier, s'est illustrée pour avoir provoqué et réalisé des mesures d'arcs de méridiens, sur trois points de la Terre. Le caractère dispendieux de ces opérations est la principale cause qui entrave leur multiplication sur tous les points accessibles.

» Si l'on pouvait employer des moyens simples, pratiques, peu coûteux, pour déterminer la distance de nombreux points de la surface de la Terre à son centre, la géodésie générale pourrait alors être vraiment fondée.

» Nous soumettons à l'appréciation de l'Académie les deux moyens suivants, que nous comptons utiliser dans notre expédition au pôle nord, si le jugement de l'Académie leur est favorable.

» I. *Observations pendulaires.* — Si l'on prend une barre de métal et qu'on la mette en oscillation, à Paris, à l'Observatoire, pendant un temps moyen M, à la température t, α étant le coefficient du métal, on trouvera un nombre N d'oscillations. Cette barre pendulaire sera alors caractérisée par la lettre $q = \frac{N}{M}\sqrt{\frac{1}{1+\alpha t}}$, à Paris, pour une distance R au centre de la Terre.

» Si l'on transporte ladite barre dans un autre lieu dont la distance au centre de la Terre soit $R + \rho$, ρ désignant la différence des niveaux des deux lieux par rapport au centre, on trouvera alors un nouveau nombre

$$q_1 = \frac{N_1}{M_1}\sqrt{\frac{1}{1+\alpha t_1}}.$$

» En premier lieu on voit que la longueur l du pendule simple, qui correspond au pendule composé que forme la barre, disparaît du calcul pour ne plus être représentée que par le rapport $\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t_1}$ des températures d'observation dans les deux lieux.

» Si l'on peut utiliser des pendules en bois de longueur rigoureusement invariable, c'est-à-dire n'étant plus influencée par les variations atmosphériques, le facteur spécial à la température devient *un*.

» En désignant par μ la force d'attraction à Paris, par λ et λ_1 les latitudes de Paris et du lieu, par la lettre p le terme $\left(\frac{\pi}{43200}\right)^2$R, terme qui est à peu près 0,0337..., on trouve la fonction suivante, comme le résultat d'une première approximation pour relier entre elles toutes les variables intervenant dans le phénomène :

$$\frac{\rho}{R} = \frac{\mu(q_1^2 - q^2) - p(q_1^2 \cos\lambda_1 - q^2 \cos\lambda)}{2\mu q^2 + p(3q_1^2 \cos\lambda_1 - 2q^2 \cos\lambda)}.$$

» Pour préciser le sens de cette formule, nous faisons remarquer qu'un pendule de 75 centimètres de longueur, au bout de dix jours d'observation, accuserait une différence de *un* sur le nombre des oscillations, pour une différence de niveau de $6^m,36$, ou 6 *mètres* environ.

» Si l'Académie juge que cette formule est exacte, c'est elle que nous emploierons dans notre exploration polaire; sinon, il faudra rechercher la bonne formule, sans que le vice de cette fonction mathématique puisse faire condamner cette méthode d'observation.

» Au point de vue de la pratique des observations, on voit tout d'abord que, si l'on pouvait installer des pendules en bois de longueur invariable, munis d'un compteur, et permettant de continuer indéfiniment, sans arrêt, les oscillations, on aurait un moyen d'une puissance réellement illimitée pour mesurer les plus petites différences de niveau, puisque le calcul de ces *différences de niveau* serait ramené à la mesure d'un intervalle de *temps* plus ou moins long, et que l'on pourrait allonger à son gré.

» Si la pratique de l'horlogerie est insuffisante actuellement à réaliser ce besoin théorique, on ne pourra réaliser que des différences de niveau ayant un caractère géodésique, c'est-à-dire d'une dimension d'une quarantaine de mètres.

» On pourra, comme nous l'indiquons, utiliser la photographie pour enregistrer le nombre des oscillations, en évitant ainsi l'opération pénible de les compter une à une, ce qui serait d'ailleurs une cause d'erreurs.

» Si l'Académie rendait un jugement favorable à cette méthode, il lui serait peut-être facile d'obtenir la très-petite somme nécessaire pour faire fabriquer une centaine de pendules de ce genre, dont on déterminerait séparément la *tare*, ou le *caractère spécifique* q, sur l'Observatoire de Paris.

Alors ces pendules, mis en observation sur tous les points du globe, soit par des savants volontaires, soit par les marins militaires, donneraient des renseignements des plus importants relativement à la connaissance de la forme exacte de la Terre.

» II. *Mesure rapide d'une base.* — On sait que la mesure d'un *arc de méridien* nécessite sur le terrain quatre opérations pratiques distinctes, dont la première, la *mesure d'une base*, est très-longue, très-difficultueuse, et surtout très-dispendieuse.

» Voici un procédé très-simple et très peu coûteux, que je soumets à la sanction de l'Académie :

» Un banc de bois ou de métal, dit *banc d'épreuve*, d'environ 2 mètres de longueur, porte vers ses extrémités deux petits cylindres, devant servir de supports à des cercles gradués munis de lunettes.

» Sur la terrasse de l'Observatoire de Paris, par exemple, on mesurera environ 20 mètres, en observant, avec les cercles du *banc d'épreuve*, cette longueur ; on en conclura la distance exacte des centres des deux cercles gradués, par un calcul renversé de distance de deux points inaccessibles ; et l'on gravera sur le *banc* la longueur exacte ainsi déterminée.

» Sur le terrain, dans une direction à peu près plane, on vise la lunette d'un théodolite.

» De 20 mètres en 20 mètres environ, en face de la lunette, on place des tréteaux dont la barre supérieure est munie d'une vis de rappel. Au bout de cette vis est un fil à plomb. On aligne tous les fils à plomb dans le plan déterminé par la direction de l'axe optique de la lunette du théodolite.

» On transporte le *banc d'épreuve* en face de chaque série de fils; et, par un calcul de distance des deux points inaccessibles, on conclut la *distance qui sépare chaque fil*. La *somme totale* de ces distances donne la longueur de la *base* à mesurer. Les autres opérations se continuent comme à l'ordinaire.

» Si l'Académie juge favorablement ce mode de procéder, que nous indiquons seulement par ses points essentiels, c'est lui que nous emploierons pour mesurer un arc de méridien, au pôle nord même, sur une banquise fixée, ce qui est un excellent terrain, ou encore sur les côtes des terres qui limitent le bassin polaire arctique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. de Tilly soumet au jugement de l'Académie une « Note sur la théorie des parallèles. » A cette Note est joint un Mémoire imprimé, intitulé « Études de Mécanique abstraite », dont quelques passages sont nécessaires à l'intelligence de la Note elle-même.

Cette Note est renvoyée à la Commission nommée pour les travaux relatifs à la théorie des parallèles.

M. H. Meyer adresse, de Charleston, de nouvelles séries de solution des problèmes d'analyse indéterminée.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

Un auteur dont le nom est contenu dans un pli cacheté soumet au jugement de l'Académie un Mémoire écrit en allemand « Sur la constatation de la mort par une voie scientifique ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. A. Després adresse, pour le concours des prix de Physiologie expérimentale, une « Étude sur l'anatomie et la physiologie du col de l'utérus ».

(Renvoi à la Commission.)

Un auteur dont le nom est contenu dans un pli cacheté adresse, pour le concours du legs Bréant, un Mémoire écrit en allemand et intitulé « La guérison du choléra ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, faite à l'Observatoire de Paris, par* MM. Wolf, André *et* Capitaneano, présentée par M. Delaunay.

« Terrasse de l'Observatoire.

» Ce soir, 26 février, à $9^h 35^m 20^s$ (la seconde approchée) de temps moyen, magnifique bolide, partant du Petit Chien, entre α et β, sous forme d'une traînée jaune, d'abord peu brillante; puis, passant entre Sirius et β Grand

Chien, il prend la forme d'une boule extrêmement brillante, blanc bleuâtre, d'un diamètre d'environ 5 minutes, suivie d'une large queue jaunâtre; et immédiatement après, vers ν Grand Chien, il éclate en plusieurs morceaux et disparaît immédiatement.

» La durée du phénomène a été d'environ 3 secondes.

» Nous avons attendu en vain le bruit de l'explosion; les bruits du chemin de fer et des voitures nous ont peut-être empêchés de l'entendre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Note relative à l'état physique des corps; par* **M. F. Lucas.**

» Considérons un système de points matériels, disposés n'importe comment dans l'espace, doués de masses quelconques et exerçant les uns sur les autres, suivant leurs droites de jonction, des actions à distance, sur la nature desquelles nous ne ferons aucune hypothèse. Assujettissons tous ces points à une fixité absolue.

» L'action totale exercée sur l'un d'eux (m par exemple, de masse g), par tous les autres, peut être neutralisée par l'application d'une force extérieure égale et contraire. Si l'on détruit alors la fixité du point m, sans lui imprimer aucune vitesse, il se trouvera en équilibre et en repos absolu.

» A chaque déplacement infinitésimal de ce point matériel, correspondra une variation de l'action totale, soit, plus brièvement, un *effort*. J'ai démontré précédemment (1) qu'à la condition de rapporter la figure à un système déterminé d'axes rectangulaires (que j'ai appelés *principaux*), les projections (u, v, w) de l'effort sont liées à celles (x, y, z) du déplacement par les relations très-simples

$$\frac{u}{g} = -\mathrm{H}x,$$

$$\frac{v}{g} = -\mathrm{K}y,$$

$$\frac{w}{g} = -\mathrm{L}z,$$

H, K, L étant des coefficients constants.

» La considération de ces paramètres peut, je crois, éclairer d'un jour nouveau plusieurs phénomènes physiques, bien connus dans leurs effets, mais peu connus dans leurs causes. C'est ce que je vais essayer d'établir.

---

(1) *Comptes rendus*, 1er décembre 1868.

» Si H, K, L sont tous les trois *positifs*, la position primitive du point *m* semble le solliciter comme un foyer d'attraction. Ce point est en équilibre *stable*. Sa situation rappelle à l'esprit celle d'une molécule d'un corps *solide*.

» Si H, K, L étaient *nuls*, l'équilibre serait *indifférent;* le point *m* pourrait figurer la molécule idéale d'un *liquide sans viscosité*.

» Si H, K, L sont tous les trois *négatifs*, la position primitive du point *m* se comporte comme un centre de répulsion. L'équilibre est *instable*. Il semble qu'on ait affaire à la molécule d'un gaz.

» On peut obtenir aussi des états intermédiaires.

» Les hypothèses suivantes : un paramètre positif et deux nuls, ou deux paramètres positifs et un nul, donneraient au point *m* un équilibre incomplétement stable, comme pour une molécule d'un corps pâteux.

» Avec un paramètre nul et deux négatifs, ou bien encore, avec un paramètre négatif et deux nuls, on aurait une instabilité d'équilibre incomplète. On pourrait comparer l'atome *m* à la molécule d'une vapeur naissant d'un liquide.

» Les combinaisons caractérisées par le mélange des signes + et — dans les valeurs des trois paramètres donneraient un équilibre à la fois stable et instable, selon les directions des déplacements. Le point matériel *m* pourrait alors figurer la molécule d'une vapeur solide.

» Ainsi, les coefficients H, K, L caractérisent l'état physique du point *m*; nous proposons, pour ce motif, de les appeler *paramètres physiques*.

» Dans l'état actuel de la science, on considère un corps naturel, quel que soit son état physique, comme un assemblage de molécules séparées entre elles par des intervalles infiniment grands relativement à leurs dimensions. En condensant, par la pensée, la masse de chaque molécule au point mathématique qu'elle admet pour centre de gravité, on obtient un système atomique correspondant au corps considéré.

» Si le corps est solide, les trois paramètres physiques sont nécessairement positifs en chaque point. L'équilibre réalisé à un moment donné, sous l'influence de causes extérieures quelconques, est *stable*. Les positions correspondantes des points matériels jouant alors le rôle de centres attractifs, le corps doit présenter une certaine résistance aux déformations. Comprimé ou dilaté par une cause accidentelle, il conserve une tendance à recouvrer sa forme première. De là les phénomènes de l'*élasticité*.

» Il n'existe pas de liquides parfaits, mais il y a des corps presque liquides. Les valeurs de H, K, L sont alors très-faibles en chaque point. De là des équilibres presque *indifférents* et des phénomènes de *viscosité*.

» Les molécules d'un gaz ne sont jamais en repos; elles n'oscillent pas autour de positions moyennes. Si l'on pouvait, à un moment donné, détruire leurs vitesses et appliquer à chacune d'elles une force extérieure capable de la mettre en équilibre, on n'obtiendrait ainsi qu'un équilibre *instable*. Dans le système atomique correspondant, les trois paramètres physiques seraient négatifs en chaque point. Au premier trouble apporté par une cause accidentelle, les positions primitives deviendraient des foyers répulsifs. On verrait apparaître la *force expansive* du gaz.

» Observons maintenant que les paramètres H, K, L dépendent non-seulement des masses atomiques et de la nature des actions à distance, mais aussi *de la configuration géométrique du système*. Celle-ci venant à varier d'une manière quelconque, par voie continue, les valeurs des paramètres varieront elles-mêmes; elles pourront passer par zéro et changer de signes; de là des *changements d'état physique*.

» Prenons un corps tel que le plomb, solide à la température ordinaire, et soumettons-le à l'action d'une chaleur croissante. Les paramètres physiques sont, au début, positifs en chaque point. A mesure que le corps se dilate, ils vont en décroissant, et la solidité diminue. Bientôt ces paramètres sont assez faibles pour que le métal prenne un état quasi liquide. Dès qu'un certain nombre d'entre eux passent au négatif, des vapeurs commencent à se dégager.

» Les changements d'état des corps sous l'action du calorique se présentent ainsi comme la conséquence directe des déformations graduelles qu'ils subissent. Ils n'est donc pas nécessaire, comme on l'a cru souvent, pour expliquer ces phénomènes, d'attribuer une forme compliquée, et, par suite, improbable, aux expressions analytiques des actions à distance. L'explication précédente ne repose que sur le principe de continuité. »

ALGÈBRE. — *Sur la méthode de Gauss pour l'abaissement des équations trinômes; par* **M. H. Montucci.**

« A l'époque où j'ai publié ma méthode pour l'abaissement des équations à trois termes, méthode que j'avais précédemment eu l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ignorais que Gauss eût traité le même sujet (1).

» Cet illustre mathématicien arrive, par un artifice algébrique, aux résultats que j'obtiens par une voie rigoureusement géométrique, à cette

(1) *OEuvres de Gauss*, t. III, p. 87.

circonstance près que sa méthode ne met pas en évidence ce théorème singulier :

» *Que les racines calculables des équations trinômes insolubles par d'autres voies sont toujours comprises dans une cubo-cycloïde, dont le demi-axe est un facteur commun au dernier terme et au coefficient du précédent.*

» Subsidiairement, je puis ajouter que ma méthode, outre qu'elle fournit à la fois la solution arithmétique et la construction graphique, offre aussi le premier exemple de la solution partielle des équations au moyen d'une courbe transcendante. »

OPTIQUE. — *Méthode d'autocollimation de* L. Foucault; *son application à l'étude des miroirs paraboliques.* Note de **M. Ad. Martin**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les procédés d'examen décrits dans la précédente Communication permettent de reconnaître la position du foyer qui serait donné par chacun des éléments de la surface d'un miroir dans les conditions indiquées, d'en déduire la courbure en chaque point, et, par suite, de s'assurer si un miroir a atteint la forme parabolique; mais ils ne peuvent aisément être mis en pratique que par des observateurs assez habitués aux travaux de cette nature pour pouvoir tirer des déductions certaines des apparences qui se présentent à eux. Il y avait lieu de chercher un procédé d'observation plus direct. Il se présentait dans l'emploi d'un collimateur parfait ou mieux encore dans l'application de la méthode que Foucault a nommée *méthode d'autocollimation* et à laquelle il fait allusion dans la dernière phrase de sa Note sur le plan optique. Il l'avait imaginée pour se guider dans la construction des lunettes astronomiques sans recourir à l'observation sur le ciel que les circonstances atmosphériques rendent si rarement praticables. Elle lui offrait, toujours à sa portée, un point lumineux qui lui envoyait des rayons parallèles comme s'il eût été réellement situé à l'infini. On sait d'ailleurs que cette méthode lui a permis d'obtenir des résultats d'une rare perfection.

» La disposition employée est semblable à celle qui sert à la détermination du nadir à l'aide du bain de mercure. Un point lumineux est placé au foyer principal de l'objectif qu'on se propose d'étudier et près de son axe, le faisceau de rayons parallèles auquel son action donne naissance est reçu presque normalement par un miroir argenté aussi parfaitement plan qu'il est possible de l'obtenir; les rayons reviennent donc sensiblement sur

eux-mêmes et, réfractés de nouveau par l'objectif, convergent vers un point très-voisin de la source lumineuse dont ils donnent l'image. Si l'objectif est parfait, les rayons qu'il a rendus rigoureusement parallèles sans aberration par sa première action, revenus vers lui dans les mêmes conditions et subissant de nouveau son action, donnent un point unique de convergence. L'emploi des procédés d'analyse du faisceau lumineux par le microscope et le bord d'un petit écran constate cet état de perfection que nous avons admis. Mais si l'objectif est entaché d'aberration de sphéricité, par exemple, les rayons deux fois réfractés engendrent une caustique dont l'étude permet de reconnaître les régions de l'objectif sur lesquelles doit porter le travail des retouches qu'il y a lieu d'exécuter.

» Il faut remarquer que chaque petit pinceau élémentaire rencontre la surface de l'objctif *presque exactement au même point à l'aller et au retour*, de telle sorte que la caustique définitive est engendrée par l'action deux fois répétée de la même portion de surface sur les mêmes rayons, ce qui augmente la sensibilité et la sûreté de la méthode.

» J'ai pu appliquer avec les mêmes avantages l'autocollimation à l'étude des miroirs de télescopes pour m'assurer, *d'une manière directe*, de la perfection de l'état de parabolicité de leur surface. Pour cela, un point lumineux étant placé au foyer principal de ce miroir, je dispose un plan argenté et percé d'une ouverture centrale dans une position telle, que les rayons qui émanent de la source, passant à travers l'ouverture de ce plan, puissent librement atteindre tous les points de la surface du miroir à étudier. L'action de celui-ci les rend parallèles, et, réfléchis presque normalement par le plan, ils reviennent subir de nouveau la réflexion sur le miroir qui les fait converger en un point voisin de la source; l'analyse du faisceau réfléchi se fait alors avec facilité. La réalisation de cette expérience demande quelque soin pour le centrage des surfaces d'abord, et ensuite pour la détermination de la distance à laquelle il convient de placer le miroir plan, afin que le faisceau ne soit, en aucune manière, entamé par lui, soit à l'aller, soit au retour. S'il en était autrement, la surface ne pourrait être étudiée dans toute son étendue, et le faisceau qui subit deux fois la réflexion presque normale sur le verre non argenté du miroir à étudier, serait trop peu lumineux pour permettre un examen sérieux.

» Lorsqu'on a égard aux conditions qui précèdent, on se trouve en présence d'un faisceau lumineux qui doit avoir un sommet unique, la caustique doit être réduite à un point, ce que l'examen à l'aide du microscope ou de l'écran permet de constater; et si le résultat n'a pas été com-

plétement obtenu, les mêmes moyens permettent de reconnaître la nature du travail à effectuer pour amener les apparences à être celles qui conviennent à une surface parabolique parfaite. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de divers ordres des corps simples;* *par* **M. Dubrunfaut.**

« Nos expériences et nos observations nous ont autorisé à mettre en doute l'existence des divers ordres de spectres d'un même gaz signalés par Plücker et par M. Wüllner, et nous avons cru avoir découvert la cause de ces erreurs dans l'impureté des gaz mis en expérience. Cette question nous a paru assez importante pour être l'objet de nouvelles recherches et de nouvelles discussions. En effet, l'application de l'analyse spectrale à l'étude de la constitution chimique et physique des masses stellaires n'aura une base bien certaine que lorsque les spectres de tous les éléments cosmiques seront bien connus et définis.

» Nous avions observé depuis longtemps les faits intéressants d'analyse spectrale qui ont été signalés récemment par le P. Secchi et par M. Lecoq de Boisbaudran, c'est-à-dire que nous avions reconnu les différences qu'offrent les spectres des gaz réputés simples, quand on soumet à ce genre d'analyse les diverses régions des tubes Geissler-Plücker.

» Ainsi, en examinant successivement les électrodes d'un tube chargé d'hydrogène, nous n'avons pas été peu surpris de reconnaître que le point lumineux de l'électrode positive n'accusait qu'un spectre à bandes, sans traces sensibles des raies caractéristiques de l'hydrogène. En d'autres termes, cette région du tube chargé d'hydrogène réputé pur ne révélait, en réalité, que le spectre de second ordre, ou spectre des basses températures de Plücker. L'auréole bleue du pôle négatif donnait, au contraire, d'une manière très-nette le spectre de l'hydrogène, dominant d'autres raies mal définies, dont plusieurs appartenaient au métal de l'électrode (l'aluminium). Des faits de ce genre se produisirent, sous des formes analogues, en soumettant au même mode d'investigation des tubes de Geissler chargés d'azote ou d'oxygène raréfiés, et notre première interprétation de ces faits fut une erreur. Nous crûmes en effet, un instant, avoir décomposé les gaz simples par la méthode électrolytique, parce que nous ne pouvions comprendre comment un gaz simple pouvait être polarisé de manière à donner des spectres différents. Cette hypothèse ne s'appuyait que sur des erreurs accréditées par divers expérimentateurs, et par Plücker lui-même, sur l'élec-

trolyse conjecturale des gaz composés. La décomposition de ces gaz sous l'influence du courant d'induction n'a lieu, en effet, que dans des conditions exceptionnelles, ce courant se distinguant du courant direct et de l'extra-courant par la propriété caractéristique qu'il possède de favoriser la combinaison des gaz simples, au lieu de dissocier les éléments des gaz composés, c'est ce que prouvent à l'évidence nos expériences sur la production du gaz rutilant et de l'ammoniaque.

» L'explication de nos observations faites sur l'hydrogène se déduit fort simplement de nos précédentes observations. En effet, le pôle positif du courant d'induction étant toujours à une température inférieure à celle du pôle négatif, donne le spectre du gaz impur qui apparaît le premier, c'est-à-dire celui de l'azote. Le pôle positif, au contraire, par suite de sa température plus élevée, donne le spectre de l'hydrogène.

» Il n'y a donc là, en réalité, qu'un mélange de deux gaz qui donnent leurs spectres dans des conditions de températures différentes, et qui peuvent les reproduire toujours dans les mêmes conditions.

» Si l'on examine attentivement les publications faites par MM. Plücker et Wüllner, sur les expériences et les observations qui les ont conduits à admettre le spectre du second ordre, ou spectre à bandes de l'hydrogène, on est frappé de la similitude des faits et des inductions qui ont servi aux deux savants pour légitimer la même conclusion. Tous les deux, apercevant pour la première fois le prétendu spectre de second ordre, se sont accordés à lui reconnaître l'aspect du spectre de l'azote. M. Wüllner avait même, pour expliquer cette particularité, supposé que son tube à hydrogène raréfié avait pu admettre un peu d'air atmosphérique.

» Plücker n'explique pas bien les motifs qui, dans les recherches qui lui sont communes avec M. Hittorf, l'ont déterminé à adopter l'hypothèse du double spectre; mais il est vraisemblable qu'il a été influencé dans cette décision par l'extension de ses observations à l'azote et par la confiance qu'il avait dans la pureté des gaz sur lesquels il expérimentait. Cependant la description précise qu'il donne des faits observés, rapprochée de nos observations, justifie d'une manière remarquable notre interprétation.

» Le spectre à bandes s'est montré d'abord dans ses expériences sous la forme d'un spectre continu dans la région la moins réfrangible, c'est-à-dire dans le rouge, l'orangé et le jaune; puis, en employant un appareil d'observation plus puissant et en réduisant l'ouverture du collimateur, il a obtenu l'apparition de ces raies fines et noires, qui sont en réalité bien caractéristiques du spectre de l'azote; il accuse même avoir compté

dix-sept raies noires, et ce nombre est presque identiquement celui qui se retrouve dans les dessins corrects du spectre de l'azote. On a lieu de s'étonner qu'en présence de cette particularité remarquable, un observateur aussi exercé que Plücker ait pu hésiter entre les deux hypothèses qui s'étaient offertes tout naturellement à son esprit, et qu'il se soit décidé pour l'hypothèse qui nous paraît être une erreur.

» Faisons remarquer, à cette occasion, que la constitution du spectre de l'azote, pouvant offrir des différences d'aspect qui varient avec le degré d'ouverture que l'on donne à la fente du collimateur, est une cause d'erreurs pour les expérimentateurs; on peut, en effet, faire varier la position et l'éclat relatif des bandes, de même que leur largeur, en modifiant plus ou moins l'ouverture qui admet les rayons lumineux. C'est encore ainsi que l'on change la constitution du spectre continu de la partie la moins réfrangible, en y faisant apparaître des raies noires analogues aux raies négatives du spectre solaire, et ces modifications profondes sont, comme les raies négatives de Frauenhofer, subordonnées au degré d'ouverture de la fente du collimateur. On ne peut douter que ces particularités ne jouent un grand rôle dans l'observation des spectres stellaires, et qu'elles ne puissent être une cause permanente d'erreurs dans les analyses et dans les conséquences que l'on en tire.

» M. Wüllner a admis le spectre à bandes de l'hydrogène, par la considération qu'il pouvait faire naître à volonté les deux ordres de spectres dans le même tube, en variant les conditions expérimentales. Si l'on examine ces variations, on reconnaît qu'elles doivent se lier aux variations de température qui, dans un mélange d'hydrogène et d'azote, font apparaître isolément et successivement les spectres de ces deux gaz. En effet, c'est avec une source électrique énergique qu'il produit le spectre du premier ordre, c'est-à-dire le véritable et unique spectre de l'hydrogène; c'est avec une force électrique sensiblement affaiblie, qu'il fait apparaître le spectre à bandes, ou spectre des basses températures.

» Après avoir ainsi réfuté l'existence du spectre de second ordre de l'hydrogène, devons-nous insister sur la probabilité de la non-existence des autres spectres? Nous avons signalé dans le défaut de pureté une cause d'erreurs qui est commune à tous les gaz simples et indépendante de la pression, et il est évident que cette cause permanente d'erreurs doit affecter tous les résultats des expériences qui ont été faites sans en tenir compte.

» M. Lecoq de Boisbaudran a attribué diverses anomalies de l'analyse

spectrale aux variations de température; nous en signalerons une de même ordre, prise, entre beaucoup d'autres, dans nos expériences. On peut faire naître ou disparaître successivement la raie K*a* du potassium, en élevant ou abaissant la température à l'aide d'un brûleur Bunsen, réuni à une lampe d'émailleur. La raie *a* paraît constamment avec une température moyenne, et on l'éteint en élevant la température à l'aide du courant d'air; ce fait se comprend difficilement sans admettre le phénomène d'absorption, qui transforme les raies positives en raies négatives, ainsi que le démontrent les expériences de MM. Foucault, Kirchhof, Wüllner, etc. »

MÉTALLURGIE. — *Sur la dissolution des gaz réducteurs par le fer et les carbures de fer en fusion.* Note de **M. H. Caron**.

« Dans une des dernières séances de l'Académie (7 février 1870), M. H. Sainte-Claire Deville a présenté une Note de MM. Troost et Hautefeuille, que le savant Académicien a fait suivre de considérations particulières sur le rochage de l'acier. Je demande la permission de présenter quelques objections à ce sujet.

» Lorsque la fonte est affinée dans un creuset de chaux, au moyen d'un chalumeau alimenté par l'oxygène et le gaz de l'éclairage, et que la flamme est réductrice, M. H. Sainte-Claire Deville attribue les étincelles observées pendant l'affinage et le rochage, pendant le refroidissement, à la dissolution de l'oxyde de carbone dans le métal en fusion.

» Une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, il y a déjà plusieurs années, me semble infirmer cette hypothèse.

» En fondant du fer, de l'acier ou de la fonte dans un courant d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, j'ai remarqué que ces métaux ne rochaient jamais, à moins qu'ils ne fussent en contact avec une terre réductible par le charbon de l'acier et donnant lieu à un dégagement d'oxyde de carbone. On ne peut donc attribuer le rochage des carbures de fer à une dissolution de gaz dans les métaux. Que l'acier et certaines fontes rochent en se solidifiant, personne ne le conteste, mais le gaz qui s'échappe à ce moment ne provient pas d'une dissolution directe dans le métal, il est vraisemblablement le produit d'une réaction que je vais essayer de démontrer.

» M. H. Sainte-Claire Deville entend, sans doute, par flamme réductrice, une flamme avec excès d'hydrogène; mais, dans les conditions de chaleur où il faut se mettre, la flamme peut contenir un excès d'hydrogène

et cependant être oxydante pour le fer, à cause de la vapeur d'eau qui l'accompagne (1). C'est précisément ce qui arrive.

» Ceci posé, lorsqu'on fond un carbure de fer dans une flamme quelconque, le métal s'oxyde toujours sensiblement; l'oxyde de fer formé réagit alors sur le charbon de l'acier ou de la fonte, et il y a production d'oxyde de carbone. L'affinage qui se fait pendant la fusion est si bien connu que, dans l'industrie, lorsqu'on veut obtenir des aciers fondus contenant 1 pour 100 environ de carbone, on est obligé de mettre dans les creusets des fers cémentés au titre de 2 et même 2,5 pour 100 de carbone. Le dégagement d'oxyde de carbone dont je viens de parler est continuel et presque invisible pendant la fusion, à peine ride-t-il la surface du métal liquide; mais, lorsque en refroidissant, la matière commence à s'épaissir, les derniers produits gazeux de l'affinage se concentrent vers le milieu du lingot et viennent, sous la forme de bulles, y produire ce que nous appelons le *rochage*.

» J'ajouterai, comme preuve complémentaire, que le bon fer du commerce, fondu (en creuset) dans les mêmes conditions que l'acier, s'oxyde comme lui, mais ne roche jamais. Souvent même, au lieu de rocher, il prend du retrait en se solidifiant. Si le rochage tenait à une dissolution de l'oxyde de carbone dans le métal, le fer devrait rocher aussi bien que l'acier. S'il ne roche pas, c'est que l'oxyde de fer qui se fait pendant la fusion ne rencontre pas de charbon dans ce métal et, par suite, ne produit aucun dégagement d'oxyde de carbone.

» Il paraît donc certain que le rochage des carbures de fer ne provient pas d'une dissolution des gaz dans ces métaux, mais d'une réaction qui se produit pendant tout le temps de la fusion jusqu'au moment de la solidification complète.

» D'après ce que je viens de démontrer, il est certain que les étincelles de l'acier qui brûle ne proviennent pas de l'absorption des gaz réducteurs, il est même facile de faire voir que ces gaz n'entrent pour rien dans la production du phénomène. En effet, le fer brûle avec les mêmes étincelles que l'acier lorsqu'on le porte au rouge dans l'oxygène pur; il n'y a là, cependant, ni hydrogène ni oxyde de carbone à absorber. Il en est de même, lorsqu'on fait jaillir des étincelles d'un morceau de fer, en le choquant contre un silex ou tout autre corps dur. On m'objectera peut-être que le

(1) Cette flamme, oxydante pour le fer, serait réductrice pour le cuivre, parce que ce dernier métal ne décompose pas la vapeur d'eau au rouge.

fer contient toujours de faibles proportions de carbone, mais elles sont si faibles, que ce même fer, fondu dans un creuset, ne roche jamais, c'est-à-dire ne produit pas d'oxyde de carbone en quantité sensible ; et d'ailleurs, il est facile de se procurer quelques grammes de fer pur. Les étincelles que donne ce fer sont presque aussi belles que celles de l'acier. »

M. H. Sainte-Claire Deville ajoute les remarques suivantes :

« Les observations mentionnées dans la Note de M. le commandant Caron n'infirment en rien ce que j'ai publié sur la cause de la formation des étincelles dans les bains métalliques.

» Je me suis préoccupé de la cause motrice qui peut transporter souvent à de grandes distances des masses liquides de fonte ou de fer. Je n'ai trouvé cette cause que dans le fait du dégagement d'un gaz.

» Que ce gaz soit de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, comme l'a démontré M. Cailletet (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 850), ou de l'oxyde de carbone se formant d'une manière constante et régulière, comme M. Caron le suppose, cela ne change rien à mes conclusions. »

CHIMIE. — *Sur l'oxydation du fer.* Note de **M. P.-C. Calvert.**

« Les recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie m'ont été suggérées par une question qui m'a été faite par sir Charles Fox, l'ingénieur du Palais de Cristal pour l'Exposition de 1851, savoir : « Quelle est la composition de la rouille? » Afin de pouvoir y répondre, j'ai analysé de la rouille recueillie loin de tout centre manufacturier, et l'on observera que sa composition est plus compliquée que celle qu'on lui attribue dans les ouvrages de Chimie.

» L'analyse d'un spécimen de rouille pris, par sir Charles Fox, sur les parois extérieures du pont tubulaire, à Conway, et celle de rouille recueillie à Slangollen ont donné les résultats suivants :

Sesquioxyde	93,094	92,900
Protoxyde de fer	5,810	6,177
Carbonate de protoxyde de fer	0,900	0,617
Silice	0,196	0,121
Ammoniaque	trace	trace
Carbonate de chaux	»	0,295
	100,000	100,100

» Cette composition m'a conduit à désirer connaître lequel des éléments composant l'atmosphère était la cause déterminante de l'oxydation du fer. Est-ce l'oxygène, la vapeur d'eau ou l'acide carbonique? Pour éclairer ce point, j'ai fait les expériences suivantes :

» Des lames de fer et d'acier parfaitement décapées furent introduites dans des tubes contenant du mercure pur, et renversés sur une cuve de même métal; j'introduisis alors dans ces tubes, respectivement, de l'oxygène parfaitement pur, de l'oxygène humide, et enfin les mêmes gaz mêlés à quelques millièmes d'acide carbonique. Pour éviter le contact des lames métalliques avec le mercure, chaque lame avait à son extrémité inférieure un bouton en gutta-percha.

» Ayant, après quelques jours, observé que l'oxydation avait lieu d'une manière très-irrégulière, j'examinai au moyen de la loupe, et je découvris que chaque centre d'action était dû à un globule de mercure. Pour éviter cette cause d'erreur, je plaçai dans des tubes d'expérience les lames de fer et d'acier, et je remplaçai l'air atmosphérique par un courant gazeux, maintenu durant plusieurs heures. Les résultats obtenus furent les suivants :

Lames dans l'oxygène sec : pas d'oxydation. Lames dans l'oxygène humide : de trois expériences, une seule a présenté une légère oxydation.

Lames dans l'acide carbonique sec : pas d'oxydation.

Lames dans l'acide carbonique humide : légère incrustation, d'une couleur blanchâtre ; de six expériences, deux n'ont pas donné ce résultat.

Lames dans l'acide carbonique humide et oxygène : oxydation très-rapide.

Lames dans l'oxygène sec et ammoniaque : pas d'oxydation.

» Ces faits m'ont conduit à conclure que la présence de l'acide carbonique dans l'atmosphère, et non l'oxygène ou la vapeur d'eau, détermine l'oxydation du fer.

» J'ai aussi examiné l'action de l'oxygène sec, de l'oxygène humide, de l'acide carbonique seul et mélangé sur les lames de fer et d'acier, dont une moitié était dans une atmosphère gazeuse, tandis que l'autre plongeait dans de l'eau distillée.

» Voici les résultats obtenus :

Lames de fer et d'acier, après un mois de contact avec l'oxygène pur : à peine oxydées, mais la partie plongée dans l'eau était couverte d'un dépôt abondant d'hydrate de peroxyde de fer, qui, comme je m'en suis assuré en constatant la présence de l'hydrogène dans la partie supérieure du vase, était dû à la décomposition de l'eau.

Lames en contact avec un mélange d'oxygène et d'acide carbonique : les lames plongées dans le mélange gazeux se sont couvertes, en quelques heures, d'une couche d'un brun ver-

dâtre, due à la formation d'un mélange de protoxyde de fer et d'oxyde salin; la partie de la lame plongée dans le liquide est restée brillante pendant près d'un mois, ce qui tient à ce que le carbonate de protoxyde produit se dissolvait dans l'excès d'acide carbonique, et, comme preuve de ce fait, le liquide peu à peu est devenu trouble, en raison d'hydrate de peroxyde de fer qui se séparait d'une couche d'un brun verdâtre qui s'était formée à la surface du liquide, et que l'analyse a montré être un mélange de carbonate de protoxyde de fer, d'oxyde salin et d'hydrate de peroxyde.

» Ainsi ces expériences démontrent également l'influence de l'acide carbonique sur l'oxydation du fer, puisque les lames se sont trouvées attaquées quelques heures après leur immersion dans le mélange gazeux.

Lames de fer et acide carbonique: la lame, dans la partie gazeuse a été attaquée après quelques jours et s'est couverte d'un dépôt brun verdâtre; la partie plongée dans l'eau est restée brillante, et il s'est produit une masse blanche à la jonction de l'eau et de la partie gazeuse; cette masse était du carbonate de protoxyde de fer.

» *Action de l'eau sur le fer.* — Des lames de fer ou d'acier plongées dans de l'eau distillée, purgée autant qu'il est possible de mélanges gazeux, sont restées brillantes pendant plusieurs semaines; mais peu à peu, çà et là, des points d'oxydation se sont montrés : je crois qu'ils étaient dus à des impuretés contenues dans le fer, lesquelles ont déterminé des courants galvaniques et par là causé l'oxydation du fer, de même que l'on peut retarder ou accélérer l'oxydation de ce métal en couvrant un centième de sa surface avec une ligature de zinc ou de platine. Je suis porté à croire que le fer *pur* ne se rouillerait pas dans l'eau.

» J'ai aussi examiné l'action des alcalis sur le fer. On savait, depuis longtemps, que les alcalis caustiques empêchent l'oxydation du fer; mais j'ai observé ce fait curieux, que, si l'on plonge la moitié d'une lame de fer dans une solution alcaline faible, non-seulement pendant plusieurs mois elle n'est pas attaquée, mais encore l'autre moitié de la lame qui est dans l'oxygène reste également brillante. Ce qui accroît l'intérêt de ce fait curieux, c'est que les solutions de carbonates et bicarbonates alcalins agissent de la même manière. J'ai fait un grand nombre d'expériences pour en trouver l'explication : je n'ai pas réussi. »

« **M. Chevreul**, après avoir communiqué les recherches de M. Calvert sur la composition de la rouille, rappelle les faits suivants :

» 1° Claude Bourdelin observa le premier, en 1683, la production de l'ammoniaque (*sel volatil*) sous l'influence de l'eau aérée sur l'acier.

» 2° Ét.-Fr. Geoffroy, en 1720, observa que le fer qui se rouille sous l'influence de l'air et de l'humidité contient de l'ammoniaque.

» 3° Proust reconnaît l'ammoniaque dans de la limaille de fer qui s'était rouillée à l'air.

» 4° Vauquelin reconnut l'ammoniaque dans les taches de rouille d'une hache que l'on soupçonnait avoir servi à commettre un meurtre, résultat qu'on ne doit jamais perdre de vue en médecine légale lorsqu'un fait analogue se présente aux experts.

» 5° On a reconnu dès longtemps la présence de l'ammoniaque dans des argiles ferrugineuses, fait important pour l'agriculture.

» 6° M. Calvert pense que le fer pur ne décompose pas l'eau pure à la température ordinaire (et probablement dans l'obscurité).

» S'il en est ainsi, le fait gagnerait en intérêt si l'on considère, comme M. Chevreul l'a constaté, que le protoxyde de fer hydraté blanc décompose l'eau.

» M. Chevreul rappelle ces faits sans se prononcer sur l'origine de l'ammoniaque, sans discuter l'observation d'Austin (1788), que le fer humecté d'eau et sur le mercure donne naissance à de l'ammoniaque dans le gaz azote et aussi dans le gaz nitreux.

» Pour se prononcer sur la question, il faudrait rechercher s'il n'y a pas différents effets successifs; par exemple si, lorsque la rouille se forme à l'air, ce n'est pas de l'ammoniaque atmosphérique condensée par la pluie qui s'unit à du peroxyde de fer déjà formé, comme cela a lieu dans beaucoup de cas; ainsi l'on trouve de l'ammoniaque unie à l'argile. »

CHIMIE. — *Sur la dissociation des composés ammoniacaux.* Note de **M. F. Isambert**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une suite de recherches sur la dissociation de certains chlorures ammoniacaux, j'ai montré que les tensions du gaz ammoniac dégagé sont constantes à une température donnée, et croissent progressivement avec la température. J'ai continué depuis cette étude, en appliquant les mêmes méthodes à d'autres corps capables, eux aussi, d'absorber le gaz ammoniac. Ainsi, on sait depuis longtemps que certains sulfates anhydres comme ceux de zinc, de cadmium, etc., se combinent avec le gaz ammoniac. Il est facile d'obtenir ces composés en faisant passer pendant plusieurs heures sur le sulfate un courant de gaz ammoniac; la matière augmente considérablement de volume, s'échauffe, tombe en poussière; on admettra que le

composé est saturé lorsque, abandonné une heure ou deux dans le courant de gaz, il n'augmente plus de poids. On trouve ainsi que les composés formés par les sulfates de zinc et de cadmium correspondent aux formules $2ZnOSO^3, 5AzH^3$ et $CdOSO^3, 3AzH^3$, formules différentes, malgré l'analogie que présentent entre eux le zinc et le cadmium : c'est du reste une remarque assez générale ; ainsi, tandis que le chlorure de calcium donne un composé $CaCl\,4AzH^3$, le chlorure de strontium donne le corps $SrCl\,3AzH^3$, enfin le chlorure de baryum ne se combine pas au gaz ammoniac.

» En chauffant ensuite dans le vide le composé produit, on peut mesurer, comme je l'ai fait pour les chlorures ammoniacaux, les tensions du gaz ammoniac. Le sulfate de cadmium a donné les résultats suivants, en ayant soin, après chaque détermination, de chasser le gaz qui remplit l'appareil :

Températures.	Pressions.
48°,5	368mm
51,5	439
100	1374
»	1364
»	1366
»	1364
»	1361
»	1365

» Il ne restait plus alors dans le tube qu'un composé ayant pour composition $CdOSO^3, AzH^3$, ne cédant plus de gaz ammoniac à la température de 100 degrés. Il résulte de ces mesures que le sulfate de cadmium ammoniacal se comporte exactement comme les chlorures ammoniacaux, pendant tout le temps que le composé $CdOSO^3, 3AzH^3$ existe en quantité suffisante pour remplir l'espace à l'aide du gaz qu'il abandonne en se transformant en sulfate $CdOSO^3, AzH^3$.

» En sorte qu'on doit regarder en réalité le composé $CdOSO^3, 3AzH^3$ comme formé de $(CdOSO^3, AzH^3)\,2AzH^3$.

» J'ajouterai, comme remarque générale, que les corps pulvérulents qui se forment par suite de l'action du gaz ammoniac, soit sur les chlorures, soit sur les sulfates, peuvent, indépendamment du gaz combiné chimiquement, absorber, à la manière du charbon, une certaine quantité de ce gaz; les tensions du gaz dégagé sont alors variables, la température étant constante, avec la quantité de gaz expulsé, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que le gaz combiné.

» Aussi, dans ces déterminations, obtient-on au début une pression variable, qui ne tarde pas à devenir constante avec la température. »

ANATOMIE APPLIQUÉE. — *De la texture et des caractères différentiels du poumon chez les Oiseaux.* Note de M. CAMPANA.

« La présente Communication a pour but de faire connaître succinctement l'agencement des voies suivies par l'air dans la portion non parenchymateuse du poumon des Oiseaux.

» La bronche *primaire* ne doit être assimilée à aucun des autres tubes bronchiques. Elle traverse, presque en ligne droite, les trois quarts inférieurs du poumon, et s'ouvre dans le réceptacle pneumatique inférieur. On connaît la dilatation circonscrite qu'elle subit, aussitôt après avoir pénétré dans le tissu de l'organe, puis son rapide et régulier décroissement qui la réduit, vers sa terminaison, au diamètre d'une bronche tertiaire. Elle n'a pas de branches terminales; suivant une comparaison bien connue, les bronches secondaires naissent de ses côtés comme les barbes d'une plume naissent de la tige. Pour la simplicité de l'exposition, il est permis de les considérer comme les branches latérales de la primaire, mais je dois immédiatement prévenir, pour écarter de fausses analogies, que rien, dans l'agencement des voies respiratoires des Oiseaux, ne ressemble à la disposition arborescente affectée par les bronches des Mammifères.

» L'examen des bronches *secondaires* les montre distribuées en groupes distincts. On en connaissait deux, il y en a quatre; ils forment la charpente de l'organe; le premier groupe représente à lui seul la moitié ventrale; les trois autres groupes réunis, la moitié dorsale.

» Le système ventral se compose de bronches secondaires, connues sous le nom de bronches *diaphragmatiques;* je préfère les appeler *divergentes*, l'extrême divergence étant un de leurs caractères spécifiques. Si on les examine sur le poulet (type désavantageux en lui-même, mais que je choisis en prévision de mes recherches organogéniques), on trouve qu'elles sont normalement au nombre de cinq; quatre grands orifices seulement, superposés en ligne droite, et comme séparés par de minces échelons, les font communiquer avec la primaire, le quatrième orifice étant commun aux deux dernières divergentes; ils sont percés dans la portion dilatée de la primaire, portion que je nomme *vestibule des divergentes.* Aussitôt après l'origine, les secondaires ventrales deviennent et demeurent complétement superficielles; elle s'étendent sur toute la surface antérieure du poumon et s'y étalent sous forme d'une étoile ou d'une croix; leur diamètre est très-considérable et peut dépasser, dans les trois premières, celui de la primaire elle-même.

» Le deuxième groupe est formé des huit bronches secondaires *internes*, nommées avant moi bronches *costales*. J'ai dû changer cette qualification : elle n'est pas distinctive ; elle conviendrait tout aussi bien aux deux derniers groupes. Les secondaires internes sont les plus volumineuses après les divergentes; leurs orifices, placés à distances égales sur une seule ligne droite, apparaissent au côté interne de la primaire : elles sont contiguës, presque parallèles, unilatérales, superficiellement placées, mais non apparentes, du moins sur le poulet.

» Le troisième groupe, celui des secondaires *externes*, comprend en moyenne six bronches; il est véritablement symétrique des deux tiers inférieurs du groupe précédent. Sur le côté externe de la primaire, on voit la série linéaire de ses orifices, qui fait pendant à la série du groupe interne. Les bronches sont parallèles, uniformément descendantes, unilatérales, entièrement cachées dans l'épaisseur du poumon, et d'un calibre un peu moindre que celui des secondaires internes.

» Le dernier groupe des secondaires du système dorsal est le plus nombreux et le plus complexe de tous; ses bronches, que je nomme secondaires *postérieures*, par le calibre et la structure, font transition aux bronches tertiaires. Quand on cherche leurs orifices sur la paroi postérieure de la primaire, on les découvre rangés en ordre quinconcial sur trois ou quatre lignes de front, et parfois moins. Le calibre de la primaire est toujours insuffisant à recevoir l'insertion de tous ces tuyaux parallèles, et les plus éloignés de son axe doivent s'ouvrir dans les portions initiales des secondaires externes et internes, pour communiquer avec elle. Malgré cette différence d'origine, je maintiens que mon dernier groupe de secondaires est de même ordre et de même nature dans son intégralité.

» Quel est le mode de terminaison des bronches secondaires? Le plus grand nombre croit qu'elles se résolvent en un certain nombre de bronches terminales, ou de tertiaires; d'autres, Williams et R. Owen, par exemple, estiment qu'elles sont fermées à leur extrémité terminale. Aucune de ces deux opinions n'est conforme à la vérité ; à leur terminaison, les secondaires se rétrécissent assez brusquement, surtout celles d'un gros calibre, puis se continuent directement, sans formation d'angle, avec une branche tertiaire. Reste à suivre cette tertiaire et à trouver ce qu'elle devient, et comment elle se termine à son tour. Or une semblable recherche montre immédiatement que le diamètre de la tertiaire ne varie pas sensiblement de l'une à l'autre de ses extrémités, et on se rend compte de cette curieuse particularité en la voyant, non pas se résoudre en un certain nombre de bronches

plus fines qu'elle, mais tout au contraire se continuer sans changement de direction avec une nouvelle bronche secondaire. Le préjugé qui faisait admettre une intime analogie de structure entre le poumon des Oiseaux et celui des Mammifères peut seul nous expliquer comment on a pu méconnaître jusqu'à ce jour la double et intéressante relation de toute tertiaire avec deux secondaires. Si l'on me permet de faire, momentanément, abstraction d'un certain nombre de tertiaires, dont je parlerai plus tard, sous le nom de tertiaires *anastomotiques*, je pourrai, dès à présent, et sans avoir besoin d'enregistrer aucun nouveau fait, sinon que le parenchyme commence immédiatement au delà des tertiaires, donner, dans ce qu'elle a de fondamental, la formule de la grosse structure du poumon des Oiseaux; la voici : *toute secondaire ventrale est continuée dans une secondaire dorsale, au moyen d'une tertiaire.* On voit maintenant que la bronche primaire est seule de son espèce dans le poumon des Oiseaux; que les secondaires et les tertiaires ne lui sont pas rigoureusement assimilables, et que rien ne vient rappeler ici les subdivisions ou la ramification de l'arbre bronchique des Mammifères. Les voies non parenchymateuses sont tout autrement disposées chez les Oiseaux; elles forment simplement une série de circuits, ayant tous une portion commune dans la bronche primaire, et se trouvant par elle tous rattachés ensemble. Chaque couple de secondaires, avec la tertiaire qui les réunit, représente une spire rétrécie dans sa portion moyenne pour un but qu'il sera facile d'indiquer, ayant son point de départ au vestibule des divergentes, et son point d'arrivée dans la section de la primaire placée au-dessous du vestibule. Telle est la disposition fondamentale, et il ne sera pas nécessaire de la compliquer beaucoup pour épuiser notre tâche.

» Le nombre des tertiaires est bien plus considérable que celui des secondaires; les tertiaires, à première vue, semblent occuper tout l'espace demeuré libre entre les secondaires, et former la presque totalité de l'organe : chaque secondaire émet, en effet, toujours suivant le mode penniforme, un très-grand nombre de tertiaires latérales, et celles-ci ne diffèrent, en aucun point essentiel, de la tertiaire qui leur correpond : elles ont la même marche, le même calibre, elles naissent de la même divergente, elles aboutissent à la même dorsale; seulement, au lieu de faire communiquer les deux secondaires par les extrémités, elles les font communiquer par les bords. La disposition typique n'est donc pas changée pour les tertiaires latérales superficielles et profondes; toujours elles constituent la portion moyenne de circuits spiriformes, reliés par la bronche primaire : il n'est

intervenu qu'une simplification, par laquelle les portions extrêmes du circuit formé par la tertiaire terminale servent à toutes les tertiaires latérales correspondantes. Je ne puis donner ici la description particulière des six espèces de circuits qui composent essentiellement le poumon; un travail en voie d'impression très-avancée, et que j'aurai l'honneur d'adresser prochainement à l'Académie, renferme l'exposé complet de mes recherches et les reproductions photographiques de mes préparations. Je me borne à dire que la position et le nombre des différents groupes de circuits est en étroite dépendance de la disposition des secondaires ventrales et dorsales, et peuvent jusqu'à un certain point s'en déduire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Trépidations du sol à Nice.* Extrait d'une Lettre de **M. Prost** à M. Élie de Beaumont.

« Vous m'avez, dans le temps, exprimé du regret de ce que j'avais interrompu mes observations sur les trépidations du sol à Nice (1), et vous avez eu bien raison. Si vous ne m'aviez pas engagé à les reprendre, on n'aurait pas eu la connaissance des faits curieux observés pendant la longue période de l'éruption du Vésuve en 1868; déjà en octobre 1867, on a pu constater de très-brusques variations, voir les trépidations commencer brusquement, comme par exemple le 11 octobre, puis s'établir avec une grande intensité du 20 au 23 lors d'un tremblement de terre en Afrique, cesser pendant quelques jours, reprendre avec une grande force au 1er novembre, de manière à mettre en mouvement les cristaux des lustres du salon pendant trois jours; puis, repos complet pendant quelques jours et réveil subit le 17, coïncidant avec l'éruption du Vésuve. [J'ai pu *quelquefois* vérifier la coïncidence des observations faites à Nice avec celles que le Dr Palmieri fait à Naples au moyen du sysmographe du Vésuve. Je ne connais pas cet instrument, qui doit être plus parfait que le mien; mais malgré la simplicité primitive de celui-ci (lustre avec cristaux suspendu dans le salon), j'ai cependant observé, dans plusieurs cas, la tendance verticale (*sussultoria*) de la trépidation, et même *tourbillonneuse.*]

» Je veux encore signaler, en 1868, les chocs *subits* des 3, 7 et 9 janvier, celui du 29 et jours suivants, correspondant aux mouvements du Vésuve.

(1) L'Auteur a adressé précédemment à l'Académie, sur le même sujet, plusieurs Communications, dont la dernière est consignée dans le tome LIV des *Comptes rendus*, p. 1198, séance du 9 juin 1862 (on trouve dans la Table des *Comptes rendus*, l'indication de toutes les Communications de M. Prost).

» En mars, le phénomène semble se ranimer les 2, 3, 4 et 5, puis s'éteindre; puis s'éveiller subitement le 19, montrer la plus grande intensité, interrompue brusquement par des temps de repos, coïncidant avec les éruptions du Vésuve : cet état de chose a duré de mars en mai.

» Ici, je crois devoir mentionner un fait que je n'avais pas encore observé : les cristaux du lustre du salon ont été en mouvement du 7 au 12 avril et se sont arrêtés brusquement le 12.

» Choc subit le 13 mai, cristaux en mouvement le 29, arrêt subit le 30.

» En avril 1869, je ferai remarquer un fait dont j'ai rarement été témoin. Le 25, le mouvement du pendule (lustre) était très-fort, les cristaux du salon étaient en mouvement; le 26 au matin, les oscillations avaient presque cessé, et le soir je les ai vues reprenant avec une nouvelle force.

» Pour l'année 1869, j'ai arrêté mon registre à la fin de décembre, et si Dieu nous prête vie, je vous enverrai, dans un an, les observations de cette année 1870.

» 16 *février*. — Ma Lettre était presque écrite depuis longtemps; diverses raisons, qu'il serait trop long d'énumérer, l'ont retardée jusqu'à présent. Nous avons un hiver exceptionnel, tel que, depuis vingt-cinq ans que je viens ici, je n'en avais pas vu! D'abord, dans les mois de décembre et de janvier, l'écart habituel entre les température de Paris et de Nice, qui est, l'hiver, d'environ 10 degrés, n'a pas existé. Les températures annoncées étaient à peu près les mêmes; le seul avantage en faveur de Nice, c'est qu'il n'y avait ni brouillards, ni neige; tandis que, depuis que le froid vient de reprendre à Paris, il y a ici un écart qui varie entre 20 et 24 degrés. Cela ne s'était jamais vu.

» Voici le tableau abrégé, mais complet, des observations que j'ai faites à Nice, pendant les quatre années 1866-1869.

JOURNAL DES TRÉPIDATIONS DU SOL DANS LA VILLE DE NICE, COMMENCÉ LE 11 OCTOBRE 1866, JOUR DE MON RETOUR.

1866.

Octobre. — 11, mouvement intense; 12-13, moins fort; cessé le 14. — Recommencé le 17, assez faible; 18, 19, 20, assez faible; 21, 22, 23, très-faible; cessé le 24 et le 25. — Repris le 26, très-faible; 27 et 28, trèsf-aible; cessé le 29.

Novembre. — Repris le 1er, fort; cessé le 2. — Repris le 7, fort; cessé le 8. — Repris le 14, faible; 15 faible; 16, fort; 17 très-fort; cessé le 18. — Repris le 19, faible; 20, faible; 21, fort; 23, 24, 25, très-fort; 26, fort; cessé le 27.

Décembre. — Repris le 6 fort; cessé le 7. — Repris le 10, fort; cessé le 11. — Repris le 22, fort; 23, 24, 25, 26, 27, fort; cessé le 28.

1867.

Janvier. — Repris le 12, faible; cessé le 13. — Repris le 27, faible; cessé le 28.

Février. — Repris le 13, fort; cessé le 14.

Mars. — Repris le 19, fort; 20, 21, 22, 23, 24, 25, fort; 26, très-fort; cessé le 27. — Repris le 28, faible; 29, fort; 30, très-fort (tremblement de terre à Naples!).

Avril. — 1er, 2, très-fort; 3, fort; 4, 5, faible; 6, 8, 9, très-fort (les cristaux des lustres sont en mouvement); 10, 11, faible; 12, fort; 13, très-fort (les cristaux sont en mouvement); 14, 15, 16, fort; 17, faible; cessé le 18. — Repris le 19, faible; 20, faible; 21, 22, fort; 24, 25, 26, faible; 27, fort; 28, très-fort (les cristaux sont remués comme par des secousses); 29, fort; cessé le 30.

Mai. — Repris le 2, fort; cessé le 3. — Repris le 12, fort; 13, fort; 14, très-fort (les cristaux sont en mouvement); 15, 16, très-fort (tremblement de terre à Tarbes); 17, faible; cessé le 18; 19, 20, faible; 21, 22, fort; 23, 24, 25, 26, faible; cessé le 27.

Juin. — Repris le 8, faible; 9, 10, faible; cessé le 11. — Repris le 17, fort; cessé le 18.

Juillet. — Repris le 8, faible; 9, fort; cessé le 10. — Repris le 11, fort; 12, très-fort; 13, fort; cessé le 14. — Repris le 16, faible.

Ayant quitté Nice à cette époque, les observations se sont trouvées interrompues.

De retour à Nice en septembre, les observations ont recommencé, et il m'a semblé, pour en donner un tableau plus synoptique, utile de désigner:

les cessations par 0,
les faibles vibrations par *f*,
les fortes par F,
les très-fortes par TF.

Septembre. — 28, F; — 29, TF; — 30, TF.

Octobre. — 1er, F; — 2, F; — 3, F; — 4, *f*; — 5, *f*; — 6, *f*; — 7, F; — 8, F; — 9, *f*; — 10, 0; — 11, *le matin*, TF; *le soir*, 0; — 12, F; — 13 *f*; — 14, TF; — 15, F; — 16, *f*; — 17, *f*; — 18, *f*; — 19, F; — 20, TF; — 21, TF (cristaux en mouvement); — 22, TF (tremblement de terre en Afrique); — 23, TF; — 24, *f*; — 25, *f*; — 26, *f*; — 27, 0; — 28, 0; — 29, 0; — 30, F; — 31, F.

Novembre. — 1er, TF (cristaux en mouvement); — 2, *f*; — 3, TF (cristaux en mouvement); — 4, *f*; — 5, F; — 6, *f*; — 7, 0; — 8, 0; — 9, 0; — 10, 0; — 11, 0; — 12, 0; — 13, 0; — 14, *f*; — 15, F; — 16, F; — 17, TF; — 18, TF (éruption du Vésuve); — 19, 0; — 20, 0; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, F; — 26, F; — 27, *f*; — 28, *f*; — 29, 0; — 30, 0.

Décembre. — 1er, 0; — 2, 0; — 3, *f*; — 4, F; — 5, F; — 6, *f*; — 7, *f*; — 8, *f*; — 9, 0; — 10, 0; — 11, 0; — 12, 0; — 13, 0; — 14, 0; — 15, *f*; — 16, *f*; — 17, F; — 18, F; — 19, F; — 20, *f*; — 21, *f*; — 22, F; — 23, TF; — 24, TF; — 25, 0; — 26, 0; — 27, 0; — 28, 0; — 29, 0; — 30, 0; — 31, 0.

1868.

Janvier. — 1er, 0; — 2, 0; — 3, TF; — 4, F; — 5, 0; — 6, 0; — 7, TF; — 8, 0; — 9, F; — 10, *f*; — 11, 0; — 12, 0; — 13, 0; — 14, 0; — 15, 0; —

16, 0; — 17, 0; — 18, 0; — 19, *f*; — 20, *f*; — 21, F; — 22, *f*; — 23, F; — 24, 0; — 25, 0; — 26, 0; — 27, 0; — 28, 0; — 29, TF; — 30, TF; — 31, F.

Février. — 1er, TF; — 2, F; — 3, F; — 4, TF; — 5, *f*; — 6, TF; — 7, F; — 8, F; — 9, F; — 10, 0; — 11, F; — 12, F; — 13, F; — 14, F.

Absence de Nice. Observations interrompues.

Mars. — 1er, F; — 2, F; — 3, TF (cristaux en mouvement); — 4, F; — 5, F; — 6, F; — 7, F; — 8, *f*; — 9, 0; — 10, *f*; — 11, 0; — 12, 0; — 13, *f*; — 14, *f*; — 15, *f*; — 16, *f*; — 17, 0; — 18, 0; — 19, *le matin*, 0; *le soir*, F; — 20, TF; — 21, F; — 22, *f*; — 23, F; — 24, F; — 25, TF; — 26, *f*; — 27, très-faible; — 28, F; — 29, F; — 30, TF; — 31, *f* (le Vésuve en éruption).

Avril. — 1er, TF (cristaux en mouvement); — 2, F; — 3, F; — 4, *f*; — 5, *au matin*, *f*; *à 11 heures*, TF; — 6, *f*; — 7, TF (cristaux en mouvement); — 8, de même; — 9, de même; — 10, de même; — 11, de même; — 12, 0; — 13, 0; — 14, *f*; — 15, *f*; — 16, *f*; — 17, *f*; — 18, 0; — 19, 0; — 20, 0; — 21, TF (cristaux en mouvement); — 22, très-faible; — 23, F; — 24, *f*; — 25, *f*; — 26, *f*; — 27, F; — 28, F; — 29, TF; — 30, *f*.

Mai. — 1er, *f*; — 2, *f*; — 3, *f*; — 4, F; — 5, F; — 6, *f*; — 7, *f*; — 8, 0; — 9, 0; — 10, 0; — 11, TF; — 12, F; — 13, très-faible *toute la journée; à 11 heures du soir*, TF; — 14, F; — 15, *f*; — 16, *f*; — 17, 0; — 18, 0; — 19, 0; — 20, 0; — 21, 0; — 22, 0; — 23, TF; — 24, F; — 25, F; — 26, *f*; — 27, F; — 28, TF; — 29, TF (cristaux en mouvement); — 30, 0; — 31, 0.

Juin. — 1er, 0; — 2, F; — 3, TF; — 4, *f*; — 5, 0; — 6, 0; — 7, *f*; — 8, *f*. 9, départ de Nice. Observations interrompues. — Reprises à mon retour en octobre.

Octobre. — 24, TF; — 25, TF; — 26, F; — 27, F; — 28, *f*; — 29, *f*; — 30, *f*; — 31, *f*.

Novembre. — 1er, *f*; — 2, *f*; — 3, F; — 4, TF (cristaux en mouvement); — 5, F; — 6, *f*; — 7, F; — 8, TF; — 9, F; — 10, F; — 11, F; — 12, 0; — 13, 0; — 14, 0; — 15, 0; — 16, 0; — 17, 0; — 18, 0; — 19, 0; — 20, *f*; — 21, *f*; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, 0; — 26, 0; — 27, 0; — 28, F; — 29, *f*; — 30, 0.

Décembre. — 1er, *f*; — 2, *f*; — 3, F; — 4, *f*; — 5, *f*; — 6, 0; — 7, *f*; — 8, *f*; — 9, F; — 10, TF; — 11, F; — 12, *f*; — 13, *f*; — 14, *f*; — 15, *f*; — 16, 0; — 17, 0; — 18, *f*; — 19, *f*; — 20, *f*; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, 0; — 26, 0; — 27, 0; — 28, 0; — 29, 0; — 30, *f*; — 31, *f*.

1869.

Janvier. — 1er, *f*; — 2, *f*; — 3, 0; — 4, 0; — 5, 0; — 6, 0; — 7, 0; — 8, 0; — 9, *f*; — 10, *f*; — 11, F; — 12, F; — 13, *f*; — 14, F; — 15, F; — 16, F; — 17, *f*; — 18, *f*; — 19, 0; — 20, 0; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, 0; — 26, 0; — 27, 0; — 28, F; — 29, TF; — 30, F; — 31, *f*.

Février. — 1er, *f*; — 2, F; — 3, F; — 4, *f*; — 5, *f*; — 6, *f*; — 7, F; — 8, TF; — 9, F; — 10, F; — 11, TF; — 12, TF; — 13, F; — 14, *f*; — 15, 0;

— 16, *f*; — 17, F; — 18, F; — 19, F; — 20, *f*; — 21, *f*; — 22, 0; — 23, 0; — 24, *f*; — 25, F; — 26, F; — 27, F; — 28, F.

Mars. — 1er, F; — 2, F; — 3, *f*; — 4, *f*.

Observations suspendues jusqu'au 15.

16, *f*; — 17, *f*; — 18, 0; — 19, 0; — 20, *f*; — 21, *f*; — 22, 0; — 23, 0; — 24, *f*; — 25, *f*; — 26, 0; — 27, 0; — 28, F; — 29, F; — 30, F.

Avril. — 1er, F; — 2, F; — 3, TF; — 4, TF; — 5, TF; — 6, *f*; — 7, TF (cristaux en mouvement); — 8, TF; — 9, TF (cristaux en mouvement); — 10, *f*; — 11, *f*; — 12, F; — 13, F; — 14, F; — 15, TF; — 16, TF; — 17, F; — 18, F; — 19, *f*; — 20, F; — 21, TF; — 22, TF; — 23, TF (cristaux en mouvement); — 24, TF; — 25, TF (cristaux en mouvement); — 26, *au matin*; très-faible; *le soir*, TF; — 27, TF; — 28, F; — 29, F; — 30, TF.

Mai. — 1er, TF (cristaux en mouvement); — 2, TF; — 3, TF; — 4, *f*; — 5, *f*.

Observations interrompues par mon départ, reprises à mon retour en novembre.

Novembre. — 1er, *f*; — 2, F; — 3, F; — 4, *f*; — 5, *f*; — 6, *f*; — 7, F; — 8, 0; — 9, 0; — 10, *f*; — 11, F; — 12, *f*; — 13, 0; — 14, F; — 15, TF; — 16, F; — 17, F; — 18, *f*; — 19, *f*; — 20, 0; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, F; — 26, F; — 27, TF; — 28, TF (tremblement de terre en Calabre); — 29, TF; — 30, TF.

Décembre. — 1er, F; — 2, F; — 3, *f*; — 4, *f*; — 5, F; — 6, F; — 7, *f*; — 8, TF; — 9, TF (tremblement de terre en Calabre); — 10, TF; — 11, TF; — 12, TF; — 13, TF; — 14, TF (tremblement de terre à Bologne, Parme, Venise, jusqu'à Gênes); — 15, F; — 16, F; — 17, F; — 18, *f*; — 19, *f*; — 20, 0; — 21, 0; — 22, 0; — 23, *f*; — 24, *f*; — 25, F; — 26, F; — 27, *f*; — 28, F; — 29, TF; — 30, F; — 31 *f*.

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale et autres phénomènes météorologiques observés dans le Piémont, le* 3 *janvier* 1870; *par le* **P. Denza**. Note présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Moncalieri, 18 février 1870.

» L'aurore boréale du 3 janvier 1870, observée en plusieurs endroits de la France, fut également vue en Italie. Les observations se firent dans le Piémont, à Volpeglino (près Tortone), dont la position géographique est : latitude 44°53′25″, longitude $0^h26^m27^s$ E. de Paris. Toutes les circonstances furent notées avec le plus grand soin; voici les plus importantes :

» A 7^h15^m (temps moyen de Turin), on observa, vers le nord de la voûte céleste, qui, pour lors, était très-sereine, une lumière inaccoutumée qui éclairait cette région sur une étendue de 40 degrés vers l'est, et 30 degrés vers l'ouest, précisément autant qui sont compris entre η de la Grande Ourse et α de la Lyre. La lumière était d'un rouge très-clair, semblable à

celle qui précède le lever de la pleine lune, quand le ciel est bien serein; elle s'éleva à environ 30 degrés au-dessus de l'horizon. Presque au milieu de cette zone lumineuse, on voyait comme une pyramide d'un rouge plus vif, laquelle surpassait bien de 5 degrés le bord supérieur de cette zone. Vers 8 heures, sauf une teinte peu claire qui se laissait encore remarquer en cet endroit, le phénomène parut arrivé à son terme. Mais, environ dix minutes après, voilà que s'élevèrent, en guise de vapeurs, sur une étendue de 20 degrés de longueur et 25 degrés de hauteur, diverses colonnes lumineuses d'un rouge enflammé, dont deux, bien visibles, étaient d'une couleur cendrée; elles s'unirent ensemble comme poussées par un vent impétueux, et se transportèrent vers l'est jusqu'à 205 degrés d'ascension droite. Cette lumière insolite dura jusqu'à 8^h30^m; ensuite, elle s'évanouit, pour reparaître encore plus vive qu'auparavant, semblable à la lumière que répand un incendie dans le lointain; elle se transporta avec la même vitesse vers l'ouest jusqu'à 310 degrés d'ascension droite. A 9 heures, cette région céleste retourna à sa couleur naturelle, et resta ainsi jusqu'à environ 10 heures. Puis, elle reparut teinte d'un rouge pâle, qui s'effaça lentement jusque vers 11 heures, et pour ne plus se montrer.

» Il importe grandement de remarquer que le même jour, 3 janvier, on observa dans ces mêmes contrées d'autres phénomènes singuliers, qui ont une étroite liaison avec l'aurore mentionnée ci-dessus.

» En effet, un brillant halo solaire avec parhélie fut vu à peu de distance de Volpeglino, à Loano, près Albenga, dont la position géographique est : latitude 44°7′30″, longitude $0^h23^m38^s$ E. de Paris.

» A 1^h5^m (temps moyen de Turin), tandis que des groupes de vapeurs répandues voilaient le ciel du côté du midi et du levant, quelques-uns d'entre eux devinrent peu à peu plus lumineux. Alors apparut un beau parhélie qui s'unissait au soleil, moyennant un rayon de lumière horizontal. Le parhélie avait des contours nuancés, il était un éclat superbe et égal en intensité à celui de la pleine lune; de lui partait le halo, qui cependant était incomplet, et n'arrivait pas jusqu'au zénith.

» Le plus beau de l'apparition fut un arc magnifique, peint des couleurs de l'arc-en-ciel. Il apparut aussitôt après vers le zénith, ayant sa partie convexe tournée vers le soleil. Son rayon était d'environ 23 degrés, et s'étendait tout autour jusqu'à 90 degrés. La teinte violette se trouvait dans la partie concave, le rouge vers la partie convexe. Quelque temps après, et plus près du soleil, apparut un second arc plus pâle que le premier, mais disposé comme lui, et portant ses couleurs dans le sens inverse. Sa distance de

l'astre central était égale à celle du parhélie, de manière qu'il serait resté tangent à la couronne du halo, si celui-ci se fût prolongé jusqu'à ce point.

» Le maximum d'intensité arriva à $1^h 11^m$. A $1^h 17^m$, l'arc secondaire commença à s'effacer, et à $1^h 24^m$ l'arc principal; et enfin, à $1^h 26^m$, le parhélie, qui avait duré environ vingt-deux minutes.

» Le météore s'évanouissant, disparurent également les nébulosités qui encombraient le ciel du côté de l'apparition.

» A peu près à la même heure, c'est-à-dire à 1 heure après midi, à Moncalieri, qui se trouve au nord-ouest de Loano, le ciel se montra couvert, en grande partie, de cirrus filiformes blancs et très-subtils, qui s'élevaient jusqu'au delà du zénith, comme s'ils avaient été aspirés par les hautes régions de l'atmosphère. Ces rayons partaient d'un arc qui avait 15 degrés de corde et qui était placé au sud-est, dans la diretion de la ville d'Albenga.

» Tous ces faits sont d'un grand intérêt pour la science; car ils confirment les vues théoriques exposées par M. Silbermann, dans les *Comptes rendus*. Ils démontrent, en effet, que l'aurore polaire, observée le soir en ces régions, s'est produite dans les mêmes circonstances où se formèrent, et le halo de Loano et les nombreux cirrus de Moncalieri; que, par conséquent, elle dut dériver de la même cause, savoir : de la présence des glaçons qui, ce jour-là, devaient se trouver en grande quantité dans notre atmosphère. Il demeure constaté par l'observation que, précisément à l'heure où commencèrent ces phénomènes (entre midi et 3 heures du soir), le vent supérieur, qui, jusqu'à ce moment, avait été du sud, changea de direction, et se porta vers le nord. Le refroidissement causé par ce courant polaire dut congeler une grande quantité des vapeurs amenées par les vents humides du sud.

» L'électricité qui se trouvait le même jour dans l'atmosphère était très-copieuse; car, à Moncalieri et à Alexandrie, l'électromètre donna tout le jour de très-fortes tensions; ce qu'il n'avait jamais fait les jours précédents, et ne fit pas non plus les jours suivants.

» Les courbes magnétiques qui me furent envoyées par les observateurs de Florence et de Rome font voir que, le soir du 3, les instruments magnétiques furent tous troublés en ces stations. A Pérouse, même, le déclinomètre fut sujet à des perturbations, qui furent moins intenses à Milan et à Naples. Ces perturbations s'accordent avec celles qui furent signalées le même soir à Paris et à Greenwich.

» Enfin je fais remarquer que l'aurore polaire du 3 fut accompagnée des phénomènes météorologiques qui, d'ordinaire, s'attachent à de pareilles

apparitions. En effet, le 1er janvier, presque toute l'Europe se trouvait investie de la bourrasque qui, de la mer du Nord, s'avançait vers le sud. La pluie était générale sur toute la France, en Belgique, dans les Pays-Bas; le ciel demeurait couvert et menaçant dans la Scandinavie, en Russie, dans les îles Britanniques, dans la Germanie et la Suisse. Ce mauvais temps gagna, le jour suivant, nos contrées ainsi que tout le nord de la Péninsule; la pluie et la neige tombèrent en grande quantité; la Méditerranée commença à s'agiter en même temps qu'une autre bourrasque, venue de l'Atlantique, s'avançait sur les côtes occidentales de la France.

» Les régions méridionales ne furent atteintes par la bourrasque qu'un jour après; à Palerme, la pluie et le vent ne se déclarèrent que le 3.

» La lumière zodiacale s'observa à Moncalieri les soirs du 23 au 30. Elle était très-éclatante; le 22 janvier, son sommet arrivait jusqu'à β du Bélier, à peu près. A 7 heures du soir, la base était comprise entre 340 et 25 degrés d'ascension droite. Le sommet arrivait jusqu'au point céleste qui a pour coordonnées

$$\text{A.R.} = 27°, \quad \text{Déclin.} = +19°. \text{»}$$

M. **Ricour** annonce à l'Académie qu'il vient de développer, dans une brochure dont il lui adresse un exemplaire, les arguments qu'il avait fait valoir dans sa Note insérée au *Compte rendu* du 19 juillet 1869, au sujet de la marche des machines locomotives à contre-vapeur.

M. C. **Geise** adresse, de Homberg (Prusse), une Note concernant la quadrature du cercle.

En vertu d'une décision déjà ancienne, toutes les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

M. **Perreul** adresse, de Moulins, une Note concernant « L'utilisation d'une nouvelle force motrice ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 février 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Société impériale et centrale d'horticulture de France. Exposition générale des produits de l'horticulture, du 27 mai au 1er juin 1870, et exposition permanente des objets d'art et d'industrie employés dans le jardinage ou servant à la décoration des parcs et jardins. Paris, 1870; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1868, *présenté à M. le conseiller d'Etat par* M. PILAT, secrétaire général, n° 27. Lille, 1869; in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Lettres et Arts d'Arras, 2e série, t. III. Arras, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'horticulture de France, annuaire publié en janvier 1870. Paris, 1870; in-8°.

Le tir et la chasse des Athéniens du jour; par M. A. DE LOURMEL. Paris, 1870; in-12.

Note sur une grotte renfermant des restes humains de l'époque paléolithique découverte à Bagnères-de-Bigorre le 4 *mai* 1869; *par* MM. E. *et* C.-L. FROSSARD. Bagnères, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société Ramond.*)

Oiseaux nouveaux de l'Afrique occidentale; par M. J.-V. BARBOZA DU BOCAGE; 2 pages in-8° avec une planche. (Extrait des *Procès-verbaux de la Société zoologique de Londres.*)

Aves... *Oiseaux des possessions portugaises de l'Afrique occidentale qui existent au Musée de Lisbonne; par* M. J.-V. BARBOZA DU BOCAGE. Lisbonne, 1870; in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles*, n° 8.)

Giornale... *Journal des Sciences naturelles et économiques, publié par le Conseil de perfectionnement de l'Institut royal technique de Palerme*, 1869, t. V, fascicules 3 et 4; 1re partie: *Sciences naturelles.* Palerme, 1869; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1870.

Annales de Chimie et de Physique; février 1870; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; n°s 1 et 2, 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 4e et 5e livraisons, 1870; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; janvier 1870; in-8°.

Annales du Génie civil; janvier et février 1870; in-8°.

Annales médico-psychologiques; janvier 1870; in-8°.

Atti dell' imp. reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venise, t. XIV, 2e cahier, 1869; in-4°.

Annales industrielles; n°s 4 à 6, 1870; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 146, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n^{os} des 31 décembre 1869, 15 et 31 janvier, et 15 février 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n° 11, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 1, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; avril et mai 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; décembre 1869; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; janvier et février 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 35 à 46, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; janvier 1870; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 30 janvier et 15 février 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 6 à 9, 1870; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, du 1er décembre 1869 au 12 février 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; t. IX, n° 1er, 1870; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 6 à 9, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 9 à 11, 13 à 15, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 5, 12, 19, 26 février 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 14 à 24, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 6 à 9, 1870; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* décembre 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 5 à 8, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; février 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 86 et 87, 1870; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; décembre 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 21 et 22, 1870; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 12e livraison 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; février 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 3 à 5, 1870; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 43 à 46, 1870; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 1 et 5, 1870; in-8°.

La Santé publique; n°s 55 à 58, 1870; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 6 à 8, 1870; in-4°.

L'Aéronaute; janvier 1870; in-8°.

L'Art médical; février 1870; in-8°.

Le Gaz; n° 1, 1870; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 22 et 23, 1869; in-4°.

Les Mondes; n^{os} des 3, 10, 17, 24 février 1870; in-8°.

L'Imprimerie; n° 73, 1870; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 6 à 9, 1870; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; janvier 1870; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* novembre et décembre 1869; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 3, 1870; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; février et mars 1870; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; 1er février 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; février, nos 1 à 26, 1870; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; janvier 1870; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 11 à 13, 1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 2, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 3 et 4, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 15 et 16, 1870; in-8°.

Revue maritime et coloniale; février 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; février 1870; in-8°.

The Academy; n° 5, 1870; in-4°.

The Scientific Review; n° 2, 1870; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 février 1870.)

Page 394, avant-dernière ligne, *au lieu de* $1^{mm},51$, *lisez* $1^{mm},5$.

Page 395, ligne 5, *au lieu de* suffirait dans le cas, où l'on ne, *lisez* suffirait dans le cas où l'on ne.



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome LXVIII de ses *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

DYNAMIQUE. — *Sur l'établissement des équations des mouvements intérieurs opérés dans les corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état; par* **M. de Saint-Venant.**

« 1. L'attention a été appelée d'une manière particulière sur ces sortes de mouvements, comprenant le pétrissage, le laminage, l'emboutissage, etc., par les expériences de M. Tresca, décrites dans des Mémoires (1864 à 1870) que l'Académie a approuvés (*). On a dû naturellement se demander quelles lois pouvaient suivre les déplacements relatifs des points des corps ainsi déformés, sans disjonction, d'une manière permanente, et quelles forces intérieures s'y trouvaient en jeu.

(*) Mémoires des 7 novembre 1864, 22 avril et 3 juin 1867, sur l'écoulement des corps solides; et 29 mai 1869, 3 janvier 1870, sur leur poinçonnage. Leur impression aux *Savants étrangers* a été votée les 12 juin 1865, 10 février 1868, 14 et 21 février 1870.

» Déjà Cauchy s'était occupé, en passant, d'un pareil sujet, car il proposait en 1828, pour le mouvement des corps mous ou dénués d'élasticité, des formules de pression intérieure, et des équations différentielles où se trouvaient engagées les dérivées des vitesses de leurs molécules (*). Mais comme les composantes de pression, dans un sens tangentiel aux faces, n'y sont affectées que des vitesses du glissement relatif des couches que celles-ci séparent, ces formules supposent tacitement que la matière est en même temps dénuée *de cohésion*, et ne conviennent ainsi qu'aux liquides, même sans viscosité, comme les formules toutes pareilles dressées pour ces derniers corps par Poisson vers le même temps, et par Navier dès 1822.

» Aussi, dans un Rapport fait le 29 juin 1868, sur deux Communications théoriques de M. Tresca, qui, alors, essayait d'interpréter les faits de déformation des solides par les formules ordinaires et plus anciennes des fluides (**), la Commission signalait la nécessité, si l'on voulait un jour se servir de formules plus complètes, telles que celles de Cauchy et Navier, d'ajouter aux expressions des composantes tangentielles *une partie considérable ne dépendant pas des vitesses, qui sont d'ailleurs ordinairement faibles* dans les mouvements ou écoulements dont il était question (***).

» Soit que cette simple remarque ait pu suggérer à M. Tresca de substituer un principe dynamique nouveau à celui dont il avait hasardé l'emploi, soit, ce qui est aussi probable, que l'idée lui en ait été fournie entièrement par ses propres réflexions et ses nombreuses observations, ce savant auteur a terminé son remarquable Mémoire de 1869 sur le poinçonnage (****) par une *Théorie mécanique de la déformation des solides*, paraissant très-rationnelle, où il propose d'une manière nette (cette déformation étant censée s'opérer avec des vitesses infiniment petites) de regarder *comme constantes*, ou indépendantes des dilatations, compressions et glissements déjà opérés, les intensités des forces qui continuent d'en produire, lorsque la matière solide est parvenue à cet état qu'il compare à la *fluidité* parce que l'élasticité y a disparu ou ne produit plus que des réactions relativement négligeables. Et il a, en comparant le travail des fortes pressions extérieurement exercées pour déformer les solides mis en expérience avec celui des forces intérieures

(*) *Exercices de mathématiques*, 3e année, p. 185.

(**) *Comptes rendus*, 25 mai et 22 juin 1868.

(***) *Comptes rendus*, 29 juin; t. LXVI, p. 1308

(****) Présenté le 24 mai 1869, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1197

supposées réagir suivant cette loi fort simple, confirmé d'une manière variée son hypothèse, en déterminant pour chaque matière les intensités constantes à attribuer ainsi à ces dernières forces, par unité superficielle des faces où elles agissent.

» Ces intensités, comme il l'a reconnu expérimentalement, sont d'égales grandeurs pour les résistances au cisaillement qui agissent dans la direction du glissement maximum, et pour les résistances, soit à la compression, soit à l'extension exercée sur les faces où il n'y a pas de glissement; égalité que vérifie facilement un raisonnement *à priori* fondé sur la remarque, que quand la densité ne change pas, toute compression ou dilatation dans un sens est nécessairement accompagnée de glissements en des sens obliques sur celui-ci, et réciproquement (*).

» 2. Pour déterminer les mouvements que prennent les divers points des masses ductiles ainsi déformées, il n'a été fait encore que des tentatives *de pure cinématique*, fondées à la fois sur le fait de la conservation des volumes et des densités, et sur diverses hypothèses. Celles de M. Tresca consistent à diviser le bloc dont on produit l'*écoulement* ou le *poinçonnage* en plusieurs parties (cylindre central, cylindre annulaire latéral ou enveloppe, et *jet* plein ou annulaire), et à supposer que, dans chacune, toute ligne matérielle verticale reste verticale et toute ligne horizontale reste horizontale, sauf à s'incliner et à se courber en passant d'une partie dans la suivante, après s'être brisée ou brusquement infléchie au passage. J'y ai substitué une hypothèse beaucoup plus large, qui dispense de ces divisions mentales et qui n'entraîne pas de pareilles discontinuités : elle consiste à supposer que les composantes des vitesses suivant les coordonnées sont les trois dérivées d'une même fonction par rapport à chacune, multipliées respectivement par trois constantes dont on peut faire varier à volonté, et jusqu'à l'infini, les deux rapports mutuels; et on pourrait l'appliquer facilement aux poinçonnages, comme je l'ai fait aux *écoulements* (**).

» 3. Mais le problème est plus que cinématique; il est mécanique, et on ne peut espérer en donner une solution vraie qu'autant qu'on aura des équations où figurent les forces agissantes, et qui soient propres à cette hydrodynamique de nouvelle espèce. Il s'agit de savoir comment on y fera entrer ces actions intérieures d'*intensité restant constante*, dont l'existence est démontrée par un raisonnement simple, appuyé de nombreuses expériences;

(*) Note au *Compte rendu*, 14 février 1870; t. LXX, p. 309.

(**) Surtout à la Note des 1er et 8 février 1869, t. LXVIII, p. 221 et 290.

forces pouvant être ramenées, d'après ce qu'on vient de dire, à la seule *résistance au glissement*.

» Rappelons d'abord que pour les liquides, quand on peut y négliger cette sorte de résistances, que des vitesses d'une certaine grandeur peuvent aussi engendrer, si, pour un point quelconque *d'espace*, dont les coordonnées sont x, y, z, l'on appelle u, v, w les composantes, suivant leurs directions, de la vitesse du point matériel qui y passe à l'époque désignée par le temps t, et si X, Y, Z sont les composantes, dans les mêmes directions, de la force animant l'unité de volume, l'on a, ρ représentant la densité constante, et p la pression supposée égale en tous sens autour de chaque point, les quatre équations différentielles

$$(1)\quad \frac{dp}{dx}=\rho\left(X-\frac{du}{dt}-u\frac{du}{dx}-v\frac{du}{dy}-w\frac{du}{dz}\right),\quad \frac{dp}{dy}=\rho(Y-\ldots),\quad \frac{dp}{dz}=\rho(Z-\ldots);$$

$$(2)\qquad \frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0,$$

fourniraient pour toute époque, si l'on savait les intégrer pour les conditions particulières tant initiales qu'aux limites, les grandeurs des quatre inconnues u, v, w, p, en tous les points d'une masse liquide; par exemple de celle qui serait (comme les masses solides mises en expérience par M. Tresca) poussée hors d'un vase cylindrique, soit en bas par un piston de même diamètre, soit en haut et annulairement par un *poinçon* de diamètre un peu moindre.

» Dans les équations que nous avons à établir pour la déformation des solides avec des vitesses en quelque sorte infiniment petites, ces vitesses u, v, w devront-elles entrer aussi? Cela n'est nullement douteux; car si, d'une part, elles sont supposées, à cause de leur petitesse, sans influence sur les intensités des résistances en jeu, elles sont, de l'autre, le résultat de l'action des forces, qui ont toujours pour caractère de produire des accélérations ou d'engendrer des vitesses (*).

» Il y a donc lieu, pour les solides ductiles dont nous nous occupons, de poser non-seulement l'équation (2) de conservation des volumes, mais encore trois équations d'équilibre des forces motrices et d'inertie ayant les mêmes seconds membres que (1), en substituant toutefois à leurs premiers membres, comme pour tout corps solide ou fluide où les pressions ne sont

---

(*) Ceci est pour répondre à une objection qui, à l'occasion d'un Rapport de 1868 (29 juin), m'avait été faite par un savant distingué, et qui pourrait se présenter à d'autres esprits.

pas uniquement normales et égales en tous sens, trois trinômes

$$(3) \qquad \frac{dp_{xx}}{dx}+\frac{dp_{yx}}{dy}+\frac{dp_{zx}}{dz}, \quad \frac{dp_{xy}}{dx}+\frac{dp_{yy}}{dy}+\frac{dp_{zy}}{dz}, \quad \frac{dp_{xz}}{dx}+\frac{dp_{yz}}{dy}+\frac{dp_{zz}}{dz},$$

où les p avec deux sous-lettres, les unes pareilles, les autres différentes, désignent respectivement, suivant une notation de Coriolis, les composantes normales et les composantes tangentielles des pressions sur l'unité de trois petites faces rectangulaires, dont les premières sous-lettres désignent la coordonnée normale, tandis que les secondes indiquent les sens de décomposition.

» 4. Maintenant, pour caractériser l'état particulier des solides dont il est question, et pour rendre le nombre des équations égal à celui des inconnues, bornons-nous ici au cas le plus simple, où l'on n'a besoin de considérer que deux coordonnées x, z en abstrayant y. Ce cas serait celui de l'*écoulement*, hors d'un vase rectangulaire, d'un solide ductile par un orifice inférieur aussi rectangulaire, ayant une même longueur égale à l'unité et qu'on peut abstraire, ou du *poinçonnage* d'un bloc parallélépipède rectangle par un outil de même forme, à côtés parallèles aux siens, et de même longueur dans le sens de y qu'on abstrait.

» Alors la deuxième des équations (1) n'existe pas, et les premiers membres (3) des deux autres se réduisent à des binômes, car les dérivées par rapport à y sont zéro ainsi que tous les termes où entre v.

» Or il s'agit d'exprimer :

» 1° Que sur la face, perpendiculaire au plan xz, mais généralement oblique aux x et aux z, où la composante tangentielle de pression est la plus grande, elle a pour intensité celle de cette résistance constante au glissement maximum ou ou cisaillement, qui a été appelée

$$K$$

par M. Tresca, et dont il a mesuré les valeurs pour les diverses matières ;

» 2° Que cette face, où la résistance au glissement est la plus grande, est aussi celle sur laquelle la vitesse de glissement relatif est un maximum.

» Appelons, pour poser cette double expression, x', z' deux axes faisant l'angle α avec x, z. On aura, en vertu de l'équilibre du tétraèdre élémentaire de Cauchy, remplacé ici par un prisme triangulaire ayant ses faces perpendiculaires aux x, z, x'; on aura, dis-je, pour la composante, suivant z', de la pression sur la face perpendiculaire à x',

$$(4) \qquad \begin{aligned} p_{x'z'} &= -p_{xx}\sin\alpha\cos\alpha + p_{zz}\sin\alpha\cos\alpha + p_{zx}(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) \\ &= \frac{p_{zz}-p_{xx}}{2}\sin 2\alpha + p_{zx}\cos 2\alpha. \end{aligned}$$

» Maintenant : 1° Son maximum a lieu pour

$$(5) \qquad \tang 2\alpha = \frac{p_{zz} - p_{xx}}{2 p_{zx}},$$

et a pour intensité

$$\frac{1}{2}\sqrt{4 p_{zx}^2 + (p_{zz} - p_{xx})^2}.$$

Égalant cette expression à la quantité connue K, l'on a

$$(6) \qquad p_{zx}^2 + \left(\frac{p_{zz} - p_{xx}}{2}\right)^2 = \mathrm{K}^2 \ (*)$$

pour la quatrième équation entre les inconnues du problème.

» 2° Les vitesses de dilatation, par unité de longueur, dans les sens respectifs x, z, sont

$$\frac{du}{dx}, \ \frac{dw}{dz};$$

et la vitesse de glissement, sur la face normale à x', dans la direction z', est

$$\frac{dw'}{dx'} + \frac{du'}{dz'};$$

c'est-à-dire qu'un petit carré matériel, ayant ses côtés parallèles aux x', aux z', aura, au bout du temps dt, deux angles aigus dont le cosinus est le produit de ce binôme par dt, ou que ses côtés opposés auront glissé l'un devant l'autre d'une quantité qui, rapportée à l'unité de leur distance, se trouve mesurée par ce même produit. Et l'on trouve facilement

$$(7) \qquad \frac{dw'}{dx'} + \frac{du'}{dz'} = \left(\frac{dw}{dz} - \frac{du}{dx}\right)\sin 2\alpha + \left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right)\cos 2\alpha,$$

dont le maximum a lieu pour

$$(8) \qquad \tang 2\alpha = \frac{\dfrac{dw}{dz} - \dfrac{du}{dx}}{\dfrac{dw}{dx} + \dfrac{du}{dz}}.$$

» Égalant cette expression à celle (5), pour obtenir la coïncidence des directions de plus grand glissement et de plus grande résistance au glissement, l'on a la cinquième équation du problème.

(*) Cette équation est analogue à celle que M. Levy a eu l'idée d'établir entre les inconnues du problème de la poussée des terres (*Comptes rendus*, 7 février, t. LXX, p. 230, équation (3).

» On obtiendrait évidemment cette équation toute pareille, en exprimant que les deux faces de glissement nul sont les mêmes que celles de résistance nulle au glissement, c'est-à-dire que (4) $p_{x'z'}$ s'annule pour le même angle 2α, ou pour les mêmes deux angles α (différant d'un angle droit), que (7) $\frac{dw'}{dx'} + \frac{du'}{dz'}$.

» Observons encore qu'il y a aussi deux faces, faisant avec celles-ci 45 degrés, de glissements, l'un maximum, l'autre minimum, égaux entre eux au signe près; que, sur ces deux faces rectangulaires, les composantes normales de pression $p_{x'x'}$, $p_{z'z'}$ sont égales entre elles et à

$$\frac{p_{xx} + p_{zz}}{2}.$$

D'où il suit que dans le corps, à l'état où nous le supposons, les pressions intérieures peuvent être réduites à une pression normale $p = \frac{p_{xx} + p_{zz}}{2}$, égale en tous sens, et à une pression tangentielle K, s'exerçant sur une face déterminée, et engendrant par décomposition, sur les autres faces, des composantes tant tangentielles que normales de diverses intensités.

» 5. Au résumé, et en écrivant, pour nous rapprocher de la notation de M. Lamé, plus connue que celle de Coriolis,

$$\mathrm{N}_x,\ \mathrm{N}_z,\ \mathrm{T} \quad \text{au lieu de} \quad p_{xx},\ p_{zz},\ p_{xz},$$

nous avons

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{d\mathrm{N}_x}{dx} + \frac{d\mathrm{T}}{dz} = \rho\left(\mathrm{X} - \frac{du}{dt} - u\frac{du}{dx} - w\frac{du}{dz}\right), \\ & \frac{d\mathrm{T}}{dx} + \frac{d\mathrm{N}_z}{dz} = \rho\left(\mathrm{Z} - \frac{dw}{dt} - u\frac{dw}{dx} - w\frac{dw}{dz}\right), \\ & \frac{du}{dx} + \frac{dw}{dz} = 0, \\ & \mathrm{T}^2 + \left(\frac{\mathrm{N}_z - \mathrm{N}_x}{2}\right)^2 = \mathrm{K}^2, \\ & \frac{\mathrm{N}_z - \mathrm{N}_x}{2\mathrm{T}} = \frac{\frac{dw}{dz} - \frac{du}{dx}}{\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}}, \end{aligned} \right.$$

pour les cinq équations d'hydrostéréodynamique destinées à déterminer les cinq inconnues

$$u,\ w,\ \mathrm{N}_x,\ \mathrm{N}_z,\ \mathrm{T}.$$

» Si les équations (1), (2) des fluides supposés sans frottement ni viscosité

ne peuvent que rarement être intégrées, il en sera de même, à plus forte raison, de celles (9) des solides plastiques ou rendus tels par de fortes pressions. Nous ne chercherons donc pas ici à poser les équations bien plus compliquées relatives au cas général, où il faudrait considérer les trois dimensions et employer trois coordonnées.

» Mais il doit être possible d'en poser qui soient encore assez simples, à deux coordonnées semi-polaires, r (le rayon vecteur) et z, applicables aux corps cylindriques placés dans des circonstances où tout reste symétrique autour d'un même axe. Je me borne à appeler l'attention et les recherches des savants sur ce cas intéressant, qui est celui de la plupart des expériences de M. Tresca.

» J'ajouterai seulement une dernière remarque : c'est que si, aux premiers membres des équations (1) des fluides sans frottement sensible ni viscosité, remplacés par les trinômes (3) relatifs aux solides, l'on ajoute des termes

$$\varepsilon\left(\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}\right),\quad \varepsilon\left(\frac{d^2v}{dx^2}+\ldots\right),\quad \varepsilon\left(\frac{d^2w}{dx^2}+\ldots\right),$$

qui sont ceux que Navier et ensuite Poisson, Cauchy, M. Stokes, etc., ont introduits dans les équations de l'hydrodynamique pour tenir compte *des frottements dus aux vitesses de glissement relatif des couches*, les équations des solides, ainsi complétées, s'étendront au cas où les vitesses avec lesquelles la déformation s'opère, sans être considérables, ne seraient plus excessivement petites. Elles deviendraient ainsi propres, je pense, à exprimer les mouvements *réguliers* (c'est-à-dire pas assez prompts pour devenir tournoyants et tumultueux) des *fluides visqueux*, où il doit y avoir des composantes tangentielles de deux sortes, les unes variables avec les vitesses u, v, w, et exprimées par celles de glissement multipliées par ε, les autres indépendantes des grandeurs des vitesses, ou les mêmes quelle que soit la lenteur du mouvement, et attribuables à la viscosité dont K représenterait alors le coefficient spécifique. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Forces électromotrices de diverses substances, telles que le carbone pur, l'or, le platine, etc., en présence de l'eau et de divers liquides; par* M. BECQUEREL. (Extrait.)

« Les recherches électro-capillaires dont je m'occupe, dans les corps organisés et ceux qui ne le sont pas, exigent que l'on prenne en considé-

ration, non-seulement les effets électriques produits au contact de deux liquides qui n'ont pas la même composition, mais encore ceux qui se manifestent au contact des mêmes liquides et des fils ou lames de platine, d'or, etc., employés à les mettre en évidence, effets qui sont les mêmes que ceux qui constituent les courants électro-capillaires, causes des phénomènes de nutrition; ces fils ou lames sont considérés, jusqu'ici, comme inoxydables au contact de l'eau.

» Les métaux que j'ai successivement soumis à l'expérience sont : l'or, le platine, le palladium, l'iridium, et leurs alliages, puis le graphite et le charbon chimiquement pur, préparé avec le sucre candi et soumis ensuite, à la température rouge, à un courant de chlore qui détruit les cyanures et les matières hydrogénées.

» L'eau distillée doit être conservée dans des vases autres que le verre, qui lui donne de la soude.

» Les lames de platine ne doivent pas être chauffées au rouge pour les dépolariser, dans la crainte qu'il ne se dépose, sur leur surface, des produits de la combustion. Il vaut mieux frotter les surfaces avec du papier de verre et laver à grande eau distillée. Voici quelques-uns des résultats de nombreuses expériences qui ont été faites.

» 1° La force électromotrice obtenue au contact d'une dissolution de sulfate de potasse et d'une autre de nitrate de la même base, l'une et l'autre neutres et saturées, et obtenue successivement au moyen de deux lames de platine et de deux lames d'or, a été de 3,4 avec les lames de platine et de 2 avec celles d'or, la force électromotrice du couple à acide nitrique ou de Grove étant 100, et la détermination ayant lieu comme je l'ai dit antérieurement. Ces résultats indiquaient déjà que le platine et l'or n'éprouvaient pas la même action de la part des deux dissolutions.

» 2° Des couples formés avec des lames d'or parfaitement pur, que je dois à l'obligeance de M. E. Dumas, et des lames d'or allié au $\frac{1}{10}$, aux $\frac{2}{10}$ et aux $\frac{5}{10}$ de cuivre ont donné, avec l'eau distillée, des forces électromotrices égales à 5,5; 7,5; 11,2. La force électromotrice a donc augmenté avec la quantité d'alliage. L'or pur, étant positif, a été donc moins attaqué que les alliages (1).

» 3° L'or pur et les mêmes alliages associés au platine ont été constam-

---

(1) *Méthode pour essayer l'or et l'argent* (*Traité expérimental de l'Électricité et du Magnétisme*, en sept volumes, 1835; t. III, p. 343).

ment négatifs à l'égard de ce dernier; les forces électromotrices ont été 2,8; 4,5; 6,8; 7,5, c'est-à-dire qu'elles croissent avec le titre de l'alliage. Le platine sur lequel j'ai expérimenté, et qui renferme peut-être quelque alliage, avait été préalablement traité par l'acide nitrique bouillant, lavé, chauffé au rouge, puis frotté avec le papier de verre et conservé ensuite dans l'eau distillée.

» 4° L'or et ses alliages associés au graphite, considéré comme pur par les minéralogistes, mais ayant donné à l'analyse de petites quantités de fer, sont devenus négatifs également, et se sont comportés comme des corps plus attaqués par l'eau que le graphite; les forces électromotrices ont été 5,6; 8,7; 12 et 14. On voit encore ici l'influence du titre de l'alliage.

» 5° Le platine est positif par rapport au palladium et à l'iridium, comme s'il éprouvait de la part de l'eau une action chimique moindre que ces derniers.

» 6° Le graphite qui contient des traces de fer associé au charbon pur, préparé comme il a été dit précédemment, devient négatif, par suite de l'action du fer qu'il contient. Il en est de même de l'or et de ses alliages. Le charbon chimiquement pur est donc jusqu'ici le corps sur lequel l'eau paraît exercer l'action la plus faible, sinon nulle.

» Les faits exposés dans le Mémoire ne sauraient infirmer les expériences que j'ai faites sur les phénomènes électro-capillaires dans l'organisme, attendu, d'une part, que les effets, présentés par deux lames identiques sont faibles relativement à l'action totale; et, d'un autre côté, que j'ai observé les mêmes résultats, en laissant les lames plongées dans les mêmes liquides, comme dans l'appareil à lames de zinc et avec la dissolution de sulfate de ce métal. Au surplus, je reviendrai, dans ma prochaine Communication, sur ce sujet, en indiquant les résultats obtenus avec des cylindres effilés en charbon très-pur.

» L'or pur, éprouvant, de la part de l'eau, une action chimique non encore définie, ne renfermerait-il pas encore de l'alliage ou une autre substance qui n'a pu être retirée encore? Ce n'est là toutefois qu'une supposition. Ne pourrait-il pas se faire aussi que l'action très-lente exercée par l'eau amenât la désagrégation de l'or et fût la cause de l'état de division très-grand dans lequel se trouve souvent ce métal dans les sables aurifères?

» On ne doit pas être étonné des résultats précédents, quand on sait, comme je l'ai montré dans mon précédent Mémoire, que des réactions chimiques qui ne peuvent être constatées par les procédés ordinaires de la Chimie le sont au moyen des effets électriques concomitants. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la position des trachées dans les Fougères* (quatrième Partie); *ramification et propagules du rhizome de quelques-unes de ces plantes; par* **M. A. Trécul** (1).

« Dans ma Communication précédente, j'ai décrit des Fougères ayant deux faisceaux pétiolaires se réunissant en U ou en X, qui s'atténuent et se modifient dans les parties supérieures du rachis. Aujourd'hui je vais m'occuper d'espèces qui offrent des faisceaux pétiolaires répartis sur un segment de circonférence, et dont ceux qui terminent l'arc, ouvert au côté supérieur du pétiole, sont de beaucoup les plus forts, et s'accolent, à une hauteur très-variable, par leur convexité qui est interne, pendant que les dorsaux, anastomosés de distance en distance entre eux et avec les deux principaux, disparaissent successivement de bas en haut.

» Dans la plupart de ces plantes les deux faisceaux supérieurs seuls sont pourvus d'un crochet unique presque toujours, qui est placé sur le côté antérieur de ces faisceaux, et qui s'ouvre vers la face interne de ceux-ci; mais il est d'autres Fougères dont ces faisceaux supérieurs sont tout à fait privés de crochet. Dans le premier cas les vaisseaux trachéens et annelés sont placés sous le crochet des faisceaux supérieurs (*Aspidium falcatum, coriaceum, Filix-mas, cristatum* Sw.; *quinquangulare, denticulatum, Lonchitis, Goldianum; Blechnum occidentale, brasiliense*, etc.). Dans le second cas, c'est-à-dire quand les faisceaux supérieurs sont dépourvus de crochet, les trachées et les vaisseaux annelés sont situés à la surface du côté antérieur, composé de vaisseaux plus petits que les autres et incliné vers le côté correspondant du pétiole. A ce type appartiennent les *Nephrolepis*, que j'ai déjà décrits à la page 1443 du tome LXVIII, et les *Polypodium vulgare, aureum* et *Phymatodes*.

» Quelques plantes de ces deux types offrent en outre des vaisseaux spiraux et annelés sur l'extrémité interne du côté dorsal de leurs faisceaux supérieurs. Ce sont les *Nephrolepis*, les *Blechnum brasiliense, occidentale* (déjà cités le 21 juin 1869 à la page 1439 du tome LXVIII), et l'*Aspidium Goldianum*, dans lequel ils sont aisément aperçus par des coupes longitudinales.

» Tous les faisceaux pétiolaires dorsaux de ces plantes contiennent aussi des vaisseaux trachéens et des vaisseaux annelés, mais ils sont sur la face interne. J'ai déjà dit que, dans le gros dorsal du *Nephrolepis platyotis*, ils

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

sont rejetés avec les plus petits vaisseaux rayés sur les côtés, où ils occupent toutefois la face interne du groupe des plus petits vaisseaux. Le même fait est plus favorablement exposé encore dans les pétioles du *Polypodium aureum;* car, dans les plus puissantes de ses feuilles, tous les faisceaux dorsaux indistinctement avaient leurs vaisseaux spiraux et annelés dans cette position latérale.

» Le nombre des faisceaux pétiolaires varie non-seulement d'une espèce à une autre, mais aussi dans différents pétioles d'une seule espèce et même d'un individu donné, suivant la dimension des feuilles. Il y en avait trois dans le *Nephrolepis exaltata,* cinq à sept dans le *N. platyotis;* trois, quatre ou cinq dans l'*Aspidium falcatum*, quatre dans l'*A. denticulatum;* deux trois, quatre ou cinq dans le *Polypodium vulgare*, trois à six dans le *Phymatodes*, cinq dans l'*Aspidium quinquangulare,* cinq à sept dans l'*A. cristatum* Sw.; trois, cinq, sept ou neuf dans l'*A. Filix-mas*, huit ou neuf dans l'*A. Goldianum*, jusqu'à quinze dans le *Polypodium aureum*, de sept à dix-sept dans le *Blechnum brasiliense.*

» Mais tous ces faisceaux du pétiole ne naissent pas directement des faisceaux de la tige. Quelques-uns ne sont parfois que des ramifications de ceux qui en sont sortis. En voici quelques exemples.

» Dans le *Blechnum occidentale*, deux faisceaux émanent de chaque maille, un de chaque côté, vers le tiers de la hauteur de celle-ci; mais un peu plus haut, dans le tissu même de la tige, chacun d'eux produit une petite branche, et un peu plus haut encore ces deux branches s'unissent pour former le faisceau dorsal du pétiole, qui a trois faisceaux.

» Dans l'*Aspidium Lonchitis* il y avait d'ordinaire quatre faisceaux : deux principaux ou supérieurs et deux dorsaux. Ces faisceaux ont une insertion variable. Il part du tiers environ de la hauteur des mailles un faisceau pétiolaire de chaque côté. Ces faisceaux émettant chacun une petite branche dorsale, il y a alors quatre faisceaux dans le pétiole. Parfois, un seul des deux faisceaux pétiolaires nés de la maille se bifurque, et de cette bifurcation résultent les deux faisceaux dorsaux. Dans d'autres feuilles, comme dans le dernier cas, un seul des deux faisceaux pétiolaires primitifs se bifurque d'abord; un peu plus haut la branche dorsale qu'il produit est reliée à l'autre faisceau pétiolaire par un faisceau horizontal, après quoi cette branche dorsale revient s'opposer au faisceau pétiolaire qui lui a donné naissance; enfin, le faisceau pétiolaire qui ne s'était pas bifurqué à la même hauteur que l'autre émet à son tour une branche dorsale, qui se dispose symétriquement avec la première.

» Dans le pétiole de l'*Aspidium falcatum*, il y a trois, quatre ou cinq fais-

ceaux; mais trois seulement s'insèrent directement sur chaque maille du réseau de la tige : le faisceau pétiolaire dorsal repose sur le milieu de la base de cette maille; les deux autres, qui sont les principaux ou supérieurs, s'insèrent sur les côtés de cette base; le quatrième et le cinquième émanent du côté dorsal de ces deux supérieurs.

» S'il arrive, comme dans les exemples précédents, que les faisceaux sont plus nombreux dans la base du pétiole qu'à leur insertion sur ceux de la tige, il arrive aussi que les faisceaux pétiolaires sont moins nombreux qu'à leur point de départ dans la tige. Les *Polypodium vulgare* et *Phymatodes* en donnent quelquefois des exemples. Dans ces espèces et dans le *Polypodium aureum*, les mailles dont naissent les divers faisceaux pétiolaires sont assez mal définies par en bas, surtout dans les *Polypodium aureum* et *vulgare*, parce que les mailles formées par les faisceaux qui émanent de ceux de la tige sont égales à celles de la face supérieure du réseau vasculaire de cette tige. Je dis « de la face supérieure, » parce que, dans le *Polypodium vulgare* au moins, les mailles de la face inférieure sont environ de longueur double de celles du côté opposé (1).

» Dans une jeune tige de *Blechnum brasiliense*, dont les pétioles avaient ordinairement sept faisceaux, ceux-ci offraient à peu près l'insertion suivante. Les deux supérieurs étaient insérés un peu au-dessus de la moitié des mailles; un peu plus bas, quelquefois confluents avec eux, était un plus petit faisceau; plus bas encore il y avait, à une hauteur variable, d'un côté deux faisceaux accolés par leur base, et de l'autre côté un faisceau unique; enfin un faisceau radiculaire, qui se bifurquait à quelque distance de son insertion, émanait du fond de chaque maille.

» Les faisceaux pétiolaires, ai-je dit déjà, s'unissent entre eux dans l'intérieur du pétiole. Leur union est particulièrement remarquable à la surface des mailles de la tige du *Nephrolepis platyotis*, où les divers faisceaux, insérés depuis le fond des mailles jusqu'aux deux tiers ou aux trois quarts de la hauteur de celles-ci, forment, à la surface de ces dernières, d'autres mailles

---

(1) Les *Polypodium vulgare*, *aureum* et *Phymatodes* appartiennent à la catégorie des Fougères dont toutes les mailles du réseau vasculaire ne portent pas de feuilles. Celles-ci ne naissent qu'à la face supérieure du rhizome. Dans le *Polypodium vulgare* en particulier, elles sont alternes sur deux lignes vers les côtés de cette face supérieure. Les rameaux ne sont pas dans l'aisselle des feuilles; ils sont rangés sur chaque côté du rhizome, suivant une ligne ou série dans laquelle ils alternent avec les feuilles de la série voisine. Les racines adventives partent très-irrégulièrement des faisceaux de la face inférieure du réseau, tantôt du point de rencontre de deux faisceaux, tantôt d'un point quelconque de la face externe d'un faisceau indéterminé.

plus petites par leurs anastomoses, qui commencent souvent tout près de leur point d'insertion. De plus, les deux faisceaux supérieurs, reliés aux faisceaux dorsaux nés plus bas qu'eux, s'unissent l'un à l'autre sur un court espace par une très-puissante anastomose, qui s'étend à peu près jusqu'à la hauteur à laquelle le pétiole devient libre. Les anastomoses des faisceaux pétiolaires sont moins rapprochées dans l'intérieur de cet organe, dans lequel d'ailleurs et dans la nervure médiane, comme dans les autres Fougères citées ici, les faisceaux disparaissent successivement de bas en haut. Il est curieux de voir comment, dans ces plantes, les faisceaux semblent résister à la disparition, et cela est frappant surtout pour le dernier dorsal, qui fréquemment s'unit au supérieur et s'en sépare plusieurs fois avant de se fusionner avec lui. J'en citerai, dans ma prochaine Communication, un exemple intéressant à un autre point de vue.

» Aux exemples que j'ai déjà décrits antérieurement de l'union des deux faisceaux principaux vers le sommet du pétiole ou dans la nervure médiane, j'ajouterai les *Polypodium* déjà cités ici. Dans le *Polypodium aureum* les deux faisceaux supérieurs s'unissent du tiers au quart de la longueur de la lame, et cela quand il y existe encore plusieurs faisceaux dorsaux, quelquefois sept. Ces deux faisceaux supérieurs, très-recourbés sur leur face externe, s'allient par leur face interne convexe, et donnent lieu à une sorte d'H surbaissée, dont les deux montants sont d'abord unis par une ligne vasculaire relativement longue qui, plus haut dans le rachis, se raccourcit en prenant de l'épaisseur, mais qui conserve longtemps ses branches dorsales, sans passer à un T bien conformé. Où les deux branches dorsales s'effacent, la tige dudit T est épaisse et relativement courte.

» La tige du T est mieux figurée dans la nervure médiane du *Phymatodes*, et là elle contient un groupe de vaisseaux spiraux et annelés près de son extrémité dorsale, au-dessus de l'adjonction du dernier dorsal à cette extrémité. Dans le *Polypodium vulgare* où l'union des deux faisceaux supérieurs entre eux et avec le dorsal a lieu dès le tiers ou la moitié du pétiole, le T y présente, ainsi que dans la nervure médiane, des vaisseaux spiraux et annelés à l'extrémité dorsale. Dans de très-faibles feuilles, dont le pétiole n'offrait que deux faisceaux, l'un était plus étroit et n'avait pas de vaisseaux spiraux et annelés à son côté dorsal; l'autre était plus large et il renfermait des vaisseaux spiraux et annelés sur ce côté dorsal. L'inégalité des deux faisceaux s'affaiblissait vers la base du pétiole. Après l'union latérale de ces deux faisceaux pétiolaires, union qui avait lieu vers le tiers inférieur de l'organe, le T qui en résultait continuait de renfermer des vais-

seaux spiraux et annelés au côté dorsal, non-seulement dans la partie supérieure du pétiole, mais aussi dans la nervure médiane.

» Si maintenant nous cherchons les vaisseaux trachéens et les vaisseaux annelés dans les faisceaux de la tige, nous n'en trouvons pas dans celle des plantes suivantes : *Polypodium vulgare, aureum, Phymatodes* (1), *Nephrolepis exaltata, platyotis, Aspidium Lonchitis, falcatum, coriaceum, denticulatum Filix-mas, cristatum* Sw.; mais nous rencontrons de très-beaux vaisseaux spiraux dans la tige de l'*Aspidium quinquangulare*, dans celle du *Blechnum brasiliense*, et dans les très-jeunes rhizomes du *Blechnum occidentale*, dont je dirai plus loin l'origine. Dans le rhizome adulte de cette dernière espèce, je n'ai trouvé de vaisseaux annelés et de bien rares vaisseaux spiraux que tout auprès de l'insertion des faisceaux pétiolaires. Il n'y en avait pas trace dans la partie inférieure des mailles, ni bien entendu au-dessus des faisceaux pétiolaires.

» Dans l'*Aspidium quinquangulare* et le *Blechnum brasiliense*, le groupe des vaisseaux spiraux, qui est unique sur chaque faisceau de la tige, y est placé latéralement, aux modifications près que je vais signaler, comme dans les espèces décrites dans ma précédente Communication. Il n'en existe pas sur le côté des faisceaux de la tige au-dessus de l'insertion des faisceaux pétiolaires attachés le plus haut sur les côtés des mailles.

» Des cinq faisceaux pétiolaires de l'*Aspidium quinquangulare*, le dorsal est fixé tout près de la base de chaque maille sur le côté d'un des faisceaux qui la constituent; deux autres sont attachés à quelque distance au-dessus, ou bien l'un d'eux sort du côté dorsal de l'un des deux supérieurs qui sont insérés vers la moitié des mailles. Chacun de ces deux derniers est muni

---

(1) J'ai dit le 1er mars 1869 (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 521) que j'ai *quelquefois* trouvé de vrais vaisseaux spiraux sur les côtés des faisceaux de la tige du *Phymatodes vulgaris*. Ce cas est fort rare, et ces vaisseaux n'étaient pas des trachées, mais des petits vaisseaux avec fine membrane, à spiricule étirée ou à tours de spire plus rapprochés. Dans cette plante et dans le *Polypodium aureum* les faisceaux de la tige ont leurs plus petits vaisseaux sur les côtés qui regardent les vaisseaux voisins. En exprimant ce fait à la page 250 du tome LXIX, j'ajoutais qu'assez souvent, dans le rhizome du *Polypodium aureum*, il y a quelques autres petits vaisseaux rayés on ponctués sur la face externe du groupe des gros vaisseaux. Il en est de même et plus fréquemment encore dans le *Polypodium vulgare*. Cette dernière disposition des petits vaisseux pourrait être regardée comme effectuant le passage à la constitution présentée par les faisceaux de la tige de bon nombre de Fougères, dans lesquelles le diamètre des vaisseaux va manifestement en diminuant du milieu de la face interue vers les côtés et vers la face externe des vaisseaux de la tige.

d'un crochet qui revêt de beaux vaisseaux trachéens, tandis que les trois dorsaux ont ces vaisseaux sur la face interne.

» Si l'on suit par en bas le groupe des vaisseaux spiraux dans l'intérieur du rhizome, on sera aidé dans la direction à donner aux coupes longitudinales par un cordon de cellules noires (1) qui avoisine ces vaisseaux sur la face interne des faisceaux. On arrivera ainsi jusqu'au fond des mailles, où les deux faisceaux qui limitent celles-ci se rencontrent d'abord par le côté, après que l'un d'eux a reçu le petit faisceau pétiolaire dorsal médian, qui, ai-je dit, est inséré près de la base de la maille. Ce dorsal, étant plus mince que les deux autres faisceaux, occupe après leur réunion le fond d'une anse dans laquelle s'assemblent les vaisseaux spiraux. Cette anse est recouverte du côté interne par un groupe de cellules noires résultant de la fusion des trois cordons qui accompagnaient les faisceaux basilaires sur leur face interne. Un peu plus bas, les deux gros faisceaux qui bordent l'anse sur les côtés, continuant de se rapprocher, ferment l'ouverture de celle-ci, de sorte que les vaisseaux spiraux qu'elle contient sont enclavés vers la face externe du gros faisceau auquel donne lieu cette fusion. Les vaisseaux spiraux se prolongent encore un peu plus bas, mais bientôt prennent fin. Leur terminaison arrive un peu au-dessous du point où cesse la corde de cellules noires située sur la face interne du gros faisceau qui clôt le bas de chaque maille.

» Dans le *Blechnum brasiliense* l'état des choses est à peu près le même. Cependant il y a une modification, qui consiste en ce que le groupe des vaisseaux spiraux et annelés est placé, non sur le bord de la face interne des faisceaux de la tige, mais dans un léger enfoncement sur le côté de ces épais faisceaux, et cela de telle façon qu'il est un peu plus rapproché de la face externe que de la face interne de chaque faisceau. C'est de ce groupe spiro-annelé que partent les petits vaisseaux de même nature qui parcourent les faisceaux pétiolaires.

» Vers le bas de la maille, avant la fusion des deux faisceaux qui la délimitent, l'anse ou enfoncement se creuse dans chacun d'eux, et se ferme peu à peu sur les vaisseaux spiraux. Mais ici les deux groupes de ces vaisseaux spiraux ne s'assemblent pas comme dans le cas précédent. Chacun s'enferme de son côté, et se prolonge à part dans la région moyenne du gros

---

(1) Je n'ai guère parlé jusqu'ici des cellules noires que présentent beaucoup des Fougères dont je me suis occupé, parce que leur description m'eût gêné dans l'exposition de mon sujet; mais j'y reviendrai dans un chapitre particulier.

faisceau de vaisseaux scalariformes de la base des mailles. Là les vaisseaux spiraux ne sont plus accompagnés de vaisseaux annelés, et plus bas, près de leur terminaison, ils semblent présenter (et aussi ceux de l'*Asplenium proliferum*) un passage graduel aux vaisseaux rayés. Un faisceau radiculaire qui se ramifie en deux, trois ou quatre racines à la base du pétiole, émane du fond de chaque maille, comme dans le *Blechnum occidentale*.

» *Ramification et propagules de quelques rhizomes.* — En terminant cette Communication, je signalerai quelques modes de propagation des tiges ou rhizomes de plusieurs Fougères. Cette propagation s'effectue ou par des rameaux vrais, ou par des organes d'origine radiculaire ou à insertion radiculaire. Je vais citer quelques exemples de chacun de ces cas.

» 1° Dans le *Pteris aquilina*, dont le rhizome a des faisceaux centraux et des faisceaux périphériques, les faisceaux du centre et les faisceaux périphériques concourent à la production du rameau.

» 2° Dans l'*Aspidium Thelypteris* qui paraît avoir normalement quatre faisceaux, et qui en a çà et là six, cinq ou trois, j'ai observé la ramification de tiges qui avaient quatre, cinq ou six faisceaux de grosseur très-inégale. Ne pouvant figurer ici leur dimension, je la représente, ainsi que la disposition relative approximative des faisceaux, par des lettres de grandeur différente.

» Dans une tige qui avait quatre faisceaux ${}_{\mathrm{D}}\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A}}{\mathrm{C}}{}_{\mathrm{B}}$, A et C se sont élargis, puis B s'est uni à A, ce qui donna ${}_{\mathrm{D}}\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A\,B}}{\mathrm{C}}$; ensuite AB et C se sont divisés en A', A''B et C', C''; ${}_{\mathrm{D}}\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A'}}{\mathrm{C'}}$ s'en allèrent dans une branche du rhizome, et $\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A''\,B}}{\mathrm{C''}}$ dans l'autre branche; A'', d'abord uni à B, s'en séparait un peu plus haut, et l'on avait alors trois faisceaux dans chaque branche du rhizome.

» Un autre tronçon de tige avait cinq faisceaux très-inégaux aussi, disposés comme ci-contre : $\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A}\ \mathrm{B}}{\mathrm{E}\ \mathrm{D}\ \mathrm{C}}$; B et D se sont élargis, puis divisés. On eut alors dans une branche $\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A}\ \mathrm{B'}}{\mathrm{E}\ \mathrm{D'}}$, et dans l'autre branche $\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{B''}}{\mathrm{D''}\ \mathrm{C}}$.

» Dans une troisième portion de rhizome, qui avait six faisceaux $\mathrm{E}\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{F}\ \mathrm{A}}{\mathrm{D}\ \mathrm{C}}\mathrm{B}$ ainsi ordonnés au-dessous de la ramification, A et C, très-larges, se sont partagés; $\mathrm{E}\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{F}\ \mathrm{A'}}{\mathrm{D}\ \mathrm{C'}}$ s'en allèrent dans une branche du rhizome, et $\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{A''\,B}}{\mathrm{C''}}$ dans l'autre branche.

» J'ai négligé ici les faisceaux qui vont aux feuilles pour simplifier la description.

» 3° Dans les *Polypodium vulgare*, *aureum* et *Phymatodes*, les rameaux reçoivent plusieurs faisceaux de la tige, à peu près comme les pétioles, c'est-à-dire du pourtour d'une sorte de maille mal définie.

» 4° L'*Aspidium coriaceum* présente une ramification aussi curieuse que sa structure. Le rhizome n'a que deux faisceaux accompagnés de cellules noires sur leur pourtour. L'un de ces faisceaux est à la face inférieure. Il est très-large et sous la forme d'une lame épaisse. C'est de lui que naissent les racines adventives. L'autre faisceau, beaucoup moins fort et cylindroïde, est à la face supérieure. Ces deux faisceaux sont çà et là unis, de chaque côté, par des branches anastomosantes qui limitent les mailles à leurs extrémités. Il y a, par conséquent, deux séries de mailles, une de chaque côté. Les feuilles naissant sur ces mailles sont aussi distiques, et elles reçoivent leurs faisceaux de ceux qui constituent ces mailles. Ces faisceaux pétiolaires, insérés à des hauteurs diverses sur les côtés des mailles, s'anastomosent entre eux. Ce sont ceux qui complètent, de chaque côté des deux faisceaux de la tige, l'ellipse des faisceaux vus sur les coupes transversales. Les rameaux se développent soit dans la partie jeune de la tige avant l'apparition des feuilles, soit un peu au-dessus des feuilles, au contact du faisceau d'anastomose ou transverse qui clôt la maille au-dessus de chaque feuille. Quand la feuille n'existe pas, la jeune pousse occupe la même position sur les faisceaux indiqués. Je l'ai trouvée sur l'angle aigu que fait à la base d'une maille, avec le faisceau inférieur, le court faisceau transverse qui unit les deux faisceaux de la tige : le supérieur et l'inférieur. Le système vasculaire du jeune rameau repose, sous la forme d'un arc ou d'un demi-cercle, dans cet angle aigu, à la fois sur le faisceau transverse et sur le faisceau inférieur. Un peu plus haut dans ce rameau, l'arc, ou, si l'on veut, la gouttière vasculaire, d'abord ouverte sur la face supérieure, se ferme circulairement à un point où elle reçoit un tout petit fascicule venu du faisceau supérieur, et à une très-petite distance au-dessus elle s'ouvre de nouveau, mais un peu de côté, et reprend sur la coupe transversale la forme d'un arc qui s'ouvre de plus en plus. Du bord le plus élevé de la gouttière vasculaire, vers l'endroit où elle commence à s'ouvrir de nouveau, se détache un petit faisceau qui reste à la face supérieure du jeune rameau, tandis que le grand faisceau arqué se déprime toujours davantage. On a alors les deux faisceaux de la tige nouvelle, le supérieur grêle et l'inférieur lamellaire et épais, sur lequel naissent de bonne heure des racines adventives.

« A la page 1444 du tome LXVIII des *Comptes rendus*, j'ai décrit les stolons radiciformes des *Nephrolepis*. Ces stolons sont de véritables racines, dont ils ont la stucture et l'insertion sur la face externe des faisceaux de la tige. Quand ces racines, étendues à la surface du sol, produisent des bourgeons adventifs, elles envoient dans la terre des radicelles latérales, et elles ont alors l'aspect de tiges traçantes.

» 6° J'ai dit dans ma dernière Communication (p. 427 de ce vol.) que, dans l'*Asplenium Serra*, il sort de la base de chaque maille du rhizome un faisceau en gouttière, qui bientôt se ferme en tube portant ordinairement des racines à son extrémité, mais que cette extrémité peut se prolonger en rameau véritable portant des feuilles.

» 7° De la face externe des faisceaux de la tige de l'*Aspidium Goldianum* partent des faisceaux qui ont, près de leur insertion, tout à fait l'aspect et la disposition des faisceaux radiculaires des *Aspidium* que j'ai nommés dans ce travail, mais qui, vers la surface de la tige, se renflent et produisent un bourgeon au côté duquel peuvent être insérées des racines adventives.

» 8° Enfin, de la base de chaque maille du réseau vasculaire de la tige ou rhizome du *Blechnum occidentale* part normalement un faisceau radiculaire, qui se termine dans la partie inférieure du pétiole en deux ou trois racines. Il arrive fréquemment que ce faisceau, ordinairement radicigène, se renfle peu à peu après sa sortie de la base du pétiole, et devient un véritable rhizome. Ma Communication dépassant déjà les limites réglementaires, je remettrai sa description à la prochaine séance. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence, chez les Raies du genre Céphaloptère, d'organes particuliers de l'appareil branchial; par* **M. Aug. Duméril.**

« Ayant constaté chez une grande espèce (*Cephalopt. Kuhlii*) de la mer des Indes, qui manque au Musée napolitain, la présence des *appendices prébranchiaux* que M. le professeur P. Panceri, de Naples, a vus, le premier, chez l'une des espèces de la Méditerranée (*Cephalopt. Giorna*), j'appelle l'attention sur cette particularité anatomique dont il a donné une description détaillée dans un Mémoire publié en commun avec M. L. de Sanctis. Il est relatif à la structure de ce poisson (*Sopra alcuni organi della Cephalopt. Giorna*, 1869, 2 pl.), et j'ai été prié d'en faire hommage à l'Académie.

» Quand on examine, dans le fond de la bouche, les ouvertures pharyngiennes des chambres branchiales, ou quand on écarte les parois de leurs orifices extérieurs, on voit, au devant de chacune des surfaces respiratoires,

une série très-régulière d'organes qui ne se rencontrent dans aucun autre poisson, soit osseux, soit cartilagineux. Je me suis assuré qu'ils manquent dans deux espèces appartenant à des genres assez voisins des Céphaloptères (*Rhinoptera marginalis* et *Aetobatis narinari*). Aussi, leur présence me paraît-elle, comme à M. Panceri, constituer un des caractères essentiels du genre Céphaloptère.

» Ce sont des lamelles allongées dont l'aspect rappelle un peu celui des tiges de Fougères, mais à folioles tournées en arrière, du côté des branchies. Formées chacune par un repli de la membrane muqueuse que soutient un cartilage, ces lamelles sont fixées à la face antérieure des arcs branchiaux, en avant des replis membraneux et vasculaires des organes respiratoires, et c'est leur position qui motive le nom d'*appendices prébranchiaux* par lequel l'anatomiste italien les désigne.

» Ils ne servent point à la respiration. Par des injections, M. Panceri s'est assuré qu'ils reçoivent des vaisseaux artériels comme les autres organes, et non des rameaux de l'artère branchiale. Suivant lui, ils seraient destinés, en raison de la remarquable amplitude des ouvertures des chambres branchiales dont les orifices sont beaucoup moins grands chez les autres Raies, à retenir plus longtemps l'eau, et à l'empêcher de parcourir ces cavités avec une rapidité qui serait nuisible à l'accomplissement parfait de l'acte de l'hématose. »

ZOOLOGIE. — *Transformation des nids de l'hirondelle de fenêtre* (Hirundo urbica Lin.); *par* **M. A. Pouchet.**

« Il est évident que le genre de vie de certains animaux, loin d'être stable, s'est, au contraire, transformé avec les diverses phases de la terre, et que les mœurs de beaucoup d'entre eux ne sont pas aujourd'hui ce qu'elles étaient il y a quelques siècles; il en est qui, en ce moment, sont en voie de faire subir de notables modifications à leurs constructions.

« La configuration et la structure des nids des oiseaux sont une partie » intéressante de leur histoire, dit Spallanzani dans l'un de ses remarqua- » bles Mémoires sur les hirondelles; chaque espèce construit le sien sur » un modèle qui lui est propre, qui ne change jamais, et se perpétue de » siècle en siècle. »

» Cette opinion, quoique partagée par beaucoup de naturalistes, n'en est pas moins une erreur manifeste, que l'observation attentive sapera successivement avec le temps. On ne verra pas, il est vrai, changeant des ha-

bitudes liées à leur biologie, les espèces qui, cherchant l'ombre et la solitude, se creusent une demeure souterraine, transporter leur famille à la cime des arbres, ou dans nos habitations, mais on reconnaîtra qu'avec les années chacune d'elles apprend à perfectionner sa résidence, selon les circonstances.

» Certains oiseaux, qui ne travaillent maintenant qu'avec les produits de nos usines, employaient nécessairement d'autres matériaux avant que celles-ci fussent montées. Actuellement, ainsi qu'on peut le vérifier au Muséum de Rouen, c'est avec des bouts de fil ou avec de la ficelle que le loriot d'Europe coud son nid sous les branches des arbres. Il suivait nécessairement un autre procédé avant que l'industrie de l'homme lui eût offert ses produits.

» Depuis plusieurs siècles, nous savons que les hirondelles de fenêtre se plaisent au milieu de nos populeuses cités; c'est parmi les dentelles de nos ogives gothiques, ou à la corniche de nos palais ou de nos habitations, qu'elles viennent presque constamment maçonner leurs nids : elles construisent leurs demeures sur les nôtres. L'hirondelle de cheminée, encore plus familière et plus audacieuse, s'installe souvent à leur intérieur, et même dans nos usines, sans s'effrayer ni du bruit des machines, ni des feux des fourneaux, ni du mouvement des ouvriers. Assurément les mœurs de ces oiseaux sont absolument différentes aujourd'hui de ce qu'elles étaient lors des longs siècles d'abrutissement qui précédèrent l'éclat de la civilisation actuelle. Durant les époques préhistoriques, lorsque nous menions une existence sauvage, errant sans vêtements au milieu des forêts, et n'ayant aucune habitation pour nous abriter, il fallait bien que les hirondelles nidifiassent toutes dans d'autres lieux qu'à présent. Et plus tard, elles ne s'installèrent pas, ni dans nos villages lacustres, ni dans nos monuments mégalithiques, de telles demeures ne leur offrant aucune sécurité, aucun abri convenable : toutes bâtissaient alors dans les rochers, ce qu'une partie seulement fait encore aujourd'hui.

» On peut en dire autant des cigognes, nidifiant familièrement aujourd'hui au milieu des cités les plus populeuses, sur les toits, sur les cheminées, dans des abris que leur prépare la sympathie des habitants, et où elles s'installent avec confiance. Ces oiseaux ne sont donc pas restés immobiles; ils ont avancé en même temps que la civilisation. A leurs primitives demeures, moins commodes, ils ont préféré celles que leur offrait l'homme.

» Ces changements, dans l'industrie ou les mœurs des oiseaux, sont peut-être même beaucoup plus rapides qu'on ne le suppose généralement. Des

observations sur la nidification de l'hirondelle de fenêtre m'ont révélé que, durant la première moitié du siècle actuel, celles-ci y ont introduit de notables perfectionnements.

» M'étant fait apporter des nids de cette hirondelle pour les dessiner, je fus tout étonné de voir qu'ils ne ressemblaient nullement à ceux que j'avais autrefois collectés. C'était à peine si je pouvais y croire; je n'y ai cru qu'en en ayant des preuves matérielles sous les yeux, et en comparant entre eux des nids anciennement enlevés par moi sur nos vieux monuments, et conservés depuis environ quarante ans au Muséum de Rouen, et des nids tout récemment construits dans les nouveaux quartiers de cette ville; puis en comparant enfin les derniers aux figures et aux descriptions que l'on trouve dans les œuvres des naturalistes.

» Ainsi, je pus constater que les architectes d'aujourd'hui avaient notablement changé le mode de construction de leurs pères, et qu'en ce moment il se produisait une grande révolution architectonique dans les travaux de cette espèce, un véritable perfectionnement.

» Bien que cette comparaison des nids anciennement déposés au Muséum avec les nids récemment dénichés me parût établir péremptoirement ce que j'avance, je me mis à visiter nos monuments et nos rochers, une lunette à la main, pour apprécier jusqu'à quel point cette révolution s'étendait. Sur les nids qui peuplent les arceaux du portail de nos églises, je vis que beaucoup d'entre eux offraient encore l'ancienne structure, soit qu'ils ne fussent que de vieilles constructions réparées par leurs habitants, soit qu'ils se trouvassent récemment édifiés par des architectes arriérés, ce qui était difficile à débrouiller; puis, de place en place, on trouvait des nids de forme nouvelle, mêlés à ceux de l'ancienne construction.

» Au contraire, dans les rues toutes nouvelles percées à Rouen, les hirondelles ont partout bâti sur leur nouveau modèle.

» C'est cette double observation qui me fait seulement dire que les hirondelles sont en voie de transformer l'architecture de leurs habitations, car, dans l'état de la question, on ne peut pas assurer que toutes construisent sur le nouveau modèle, et qu'il n'existe plus de retardataires qui suivent encore les vieux errements.

» Quoique cette comparaison des nids recueillis il y a quarante ans avec ceux qui sont récoltés nouvellement soit péremptoire pour compléter la preuve du fait que j'avance, j'ai eu recours aux descriptions ou aux figures que les auteurs donnent du nid de l'hirondelle de fenêtre. Toutes se rapportent à l'ancienne construction; aucune d'elles n'indique la forme

nouvelle. Tous les naturalistes, et en particulier Vieillot, Montbeillard, Rennie, Degland, etc., disent, en effet, que le nid de l'hirondelle de fenêtre est globuleux ou présente un segment de sphéroïde, *avec une très-petite ouverture arrondie*, donnant à peine passage au couple qui l'habite. Les figures données par les ornithologistes ne se rapportent aussi qu'à la forme ancienne, et presque toutes ne représentent que des nids inachevés. Celle de Gould, parmi les plus remarquables, quoique n'offrant qu'un nid incomplet, se rapporte évidemment à l'ancienne forme sphéroïdale et non à la disposition en coupe qu'offre la nouvelle construction.

» Rennie, dans son *Architecture des oiseaux*, a aussi représenté un nid d'hirondelle de fenêtre; mais celui-ci est encore inachevé; car le caractère particulier du nid de cette espèce est d'être soudé à la muraille ou au pan de rocher situé au-dessus de lui, et qui en forme la voûte; et dans la figure du savant anglais, le bord de ce nid en est encore fort loin.

» Parmi les ornithologistes qui ont décrit avec soin les nids de l'hirondelle de fenêtre, Montbeillard et Vieillot sont ceux qui donnent la plus rigoureuse image de leur ancienne configuration. Ce sont, disent-ils, des quarts de demi-sphères creuses, appliquées par leurs sections aux embrasures des fenêtres ou aux monuments, et ayant *une ouverture très-petite et circulaire*. Pour être exact, il eût fallu dire que ces nids, dans leur largeur, représentent les deux tiers de cette section de sphère, et qu'ils offrent une entrée située vers le haut, qui n'est qu'un petit trou arrondi, de 2 à 3 centimètres de diamètre, et qui, ainsi que le dit textuellement Spallanzani, *n'excède pas le volume du corps de l'oiseau*.

» Les nouveaux nids, au contraire, au lieu de se rapprocher de la forme globuleuse, représentent le quart d'un demi-ovoïde creux, ayant les pôles fort allongés et dont les trois sections adhèrent totalement aux murailles des édifices, à l'exception de celle d'en haut, où se trouve pratiquée l'entrée. Cette entrée des nouveaux nids, au lieu d'être un simple trou arrondi, comme dans l'ancienne construction, est *une très-longue fente transversale*, formée en bas par une échancrure du bord de la section, et en haut par l'édifice auquel adhère le nid; cette ouverture, dont les extrémités sont arrondies, offre une longueur de 9 à 10 centimètres sur une hauteur de 2 seulement.

» Ces nids, étant fort déprimés, ressemblent exactement à une section de coupe antique qu'on aurait appliquée contre une paroi de muraille, et dont on aurait simplement échancré le bord pour en pratiquer l'entrée.

» Il y a donc, entre ces deux sortes de nids, une différence fondamentale dans leur forme générale et surtout dans la disposition de l'entrée.

» Assurément, le nouveau système de construction qu'affectent les hirondelles est un progrès sur l'ancien. Le plancher qu'il offre à la famille possède plus d'étendue pour ses ébats, et les petits s'y trouvent moins tassés les uns sur les autres. Cette longue ouverture permet aussi aux jeunes hirondelles de mettre leurs têtes dehors, pour respirer l'air pur ou se familiariser avec le monde extérieur; c'est pour eux un véritable balcon, dont l'ampleur est telle, qu'on y voit souvent deux petits en même temps, sans que leur présence gêne les allées et venues de leurs parents, qui entrent et sortent sans les déranger; ce qui ne pouvait avoir lieu lorsque l'entrée du nid ne consistait qu'en un simple trou. Le père et la mère ne se sont réservé que la plus étroite entrée possible. En effet, on voit qu'en arrivant à leur demeure, souvent ils commencent par s'accrocher à ses parois, et qu'ils ne se fourrent qu'avec difficulté dans son intérieur; ainsi, le nid est mieux protégé contre la pluie, le froid et les ennemis du dehors. »

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE. — *Des angines aiguës ou graves et des caractères différentiels de la contagion et de l'infection.* Mémoire de **M. Moura**. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

» Dans la première Partie de mon Mémoire, je crois avoir établi :

» 1° Que les angines aiguës ou graves, autrement dites malignes (maux de gorge, amygdalites simples ou doubles, angines phlegmoneuse, couenneuse, pultacée, gangrèneuse, etc.), ont leur origine dans les produits de sécrétion des glandes, soit des amygdales, soit de la base de la langue, soit de l'isthme du gosier;

» 2° Que les angines aiguës ou graves sont des inflammations déterminées par le séjour trop prolongé, et par l'altération de ces produits dans les cavités ou follicules glandulaires;

» 3° Que les meilleurs moyens de guérir et de prévenir les angines aiguës ou graves sont ceux qui provoquent l'expulsion de ces produits. Tels sont le massage ou compression des glandes et follicules, les émétiques, les irrigations antiseptiques, l'excision des amygdales.

» Dans la seconde Partie de mon Mémoire sur les angines, j'ai cherché

à donner d'abord aux mots *contagion* et *infection* leur véritable sens, dont on n'aurait pas dû les détourner. Je définis ensuite ce qu'il faut entendre par *agents* ou *principes contagieux*, *agents* ou *principes infectieux*, *épidémies*.

» Les agents ou principes contagieux, à mon sens, ne sont autres que les » qualités idiosyncrasiques inhérentes aux produits liquides et solides de » l'organisme individuel. C'est en vain, par conséquent, que l'on s'évertue à » découvrir l'altération imaginaire à laquelle on attribue leur vertu conta- » minante. L'individu seul fournit cette vertu par suite de son organisation » propre. »

» Voici comment j'établis les caractères différentiels de la contagion et de l'infection :

» 1° Les agents de l'infection, qui sont aussi ceux des épidémies, existent sous forme volatile ou gazeuse, tandis que ceux de la contagion sont à l'état solide ou liquide;

» 2° La surface pulmonaire est la seule voie à travers laquelle les agents infectieux s'introduisent dans l'économie, l'absorption gazeuse par la peau étant nulle ou insignifiante; les agents contagieux ne pénètrent dans l'économie qu'après leur application sur la peau ou sur la muqueuse, intactes ou dénudées, jamais par l'acte respiratoire;

» 3° L'action des agents de l'infection sur l'économie est générale; celle des agents de la contagion est ordinairement locale avant de devenir générale;

» 4° Les agents infectieux ou épidémiques sont accessibles à nos moyens d'action directe ou d'analyse; ceux de la contagion, au contraire, sont, par leur *origine idiosyncrasique*, inaccessibles à l'action de ces mêmes moyens;

» 5° Les mêmes agents infectieux ou épidémiques peuvent donner naissance à des maladies différentes suivant le lieu, le temps, les individus; le principe contagieux, au contraire, détermine toujours une seule et même maladie, quels que soient le lieu, le temps, l'individu;

» 6° Les maladies infectieuses et les maladies contagieuses constituent deux classes totalement différentes;

» 7° L'isolement des malades et la purification de l'air sont les deux conditions premières et absolues pour prévenir les maladies infectieuses et arrêter leurs progrès; l'isolement seul suffit pour prévenir et arrêter la transmission des maladies contagieuses;

» 8° Il faut, par tous les moyens, réagir contre cette tendance des gou-

vernements et des municipalités à faire élever au centre des villes ces grands établissements militaires et nosocomiaux qui, tôt ou tard, deviendront des foyers permanents d'infection ou d'épidémies pour les malades et pour les habitants.

» Faisant enfin application de ces principes aux angines, je crois avoir démontré : 1° que les angines sont des maladies infectieuses et non contagieuses ; 2° qu'elles sont essentiellement locales, c'est-à-dire qu'elles ne dépendent point d'une diathèse à laquelle on a donné le nom de *diphthérie*. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur la coexistence d'altérations anévrysmales dans la Rétine avec des anévrysmes des petites artères dans l'Encéphale; par* **M. Henry Liouville.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« La connaissance de la *généralisation* des anévrysmes des petites artères (A. miliaires), se rencontrant dans quelques cas, et comme d'une façon diathésique, à la fois dans le cerveau et dans différents points du corps (1), devait offrir assurément d'autre intérêt que celui d'une donnée plus rationnelle fournie à la pathologie générale.

» Et, en effet, si les observations que nous avons, en 1868, relatées, pour développer ce point, semblèrent dès ce moment offrir (2) « cette importance, qu'elles tendent à établir que les altérations anévrysmatiques se » rattachent beaucoup plus à une altération du système artériel tout entier, » qu'à une lésion localisée dans tel ou tel point de ce système, » elles purent, dès lors aussi, faire ressortir cette notion, que ces anévrysmes, développés sous une influence générale, peuvent ainsi se rencontrer dans des points accessibles, cette fois, à nos moyens d'investigations.

» Sans exagérer les services que l'ophthalmoscopie peut rendre dans le diagnostic de quelques affections cérébrales, on pouvait penser qu'il y aurait peut-être une certaine utilité pratique à continuer les tentatives que différents médecins ont, dans ce sens, récemment commencées. La rétine semblait, en effet, un des organes qu'il était facile et important d'interroger à cet égard, et il était permis d'espérer que, soit pendant la vie, soit après la mort, son examen révèlerait d'intéressantes particularités.

---

(1) *De la coexistence des anévrysmes miliaires du cerveau, avec des altérations vasculaires analogues généralisées* (Th. Doct.; Paris, 1870. H. Liouville).

(2) Béhier et Hardy, *Traité de Pathologie interne*; 2e édition, Paris, 1869.

» L'objet de cette Note est de démontrer, par quelques points d'anatomie pathologique et de clinique, qu'il en a été ainsi :

» En 1868, à la Salpêtrière, dans le service de M. Vulpian, ayant, d'après les travaux de MM. Bouchard et Charcot (1), été conduit par différentes autopsies à constater une altération généralisée du système artériel, existant dans des cas où il y avait, avec des hémorrhagies encéphaliques, un nombre considérable de petits anévrysmes sur les vaisseaux du cerveau, du cervelet ou des méninges, nous examinâmes la rétine, dont la circulation a des rapports si connexes avec celle de l'encéphale. Bientôt nous eûmes l'occasion de signaler anatomiquement, d'une façon certaine, l'existence de *lésions anévrysmales rétiniennes* se rencontrant *simultanément* avec des *anévrysmes encéphaliques*. Ce fait fut communiqué à la Société de Biologie en 1868, sous le titre de *Diathèse anévrysmale généralisée* (2).

» Depuis ce moment, d'autres observateurs (3) ayant pris soin de vérifier ces assertions, en ce qui touche la circulation de l'œil, il en fut rencontré de nouveaux exemples.

» La première observation est celle d'une femme de 87 ans qui avait eu, il y a deux ans, une hémiplégie subite à droite sans perte de connaissance, disait-elle; puis des étourdissements, des chaleurs faciales, des céphalalgies, et qui mourut le 15 août 1868. Je trouvai des vaisseaux très-athéromateux par places, des dilatations anévrysmales très-nettes sur les méninges, et de nombreux anévrysmes miliaires à la surface et dans l'intérieur du cerveau, dans le cervelet et la protubérance. L'œil droit examiné montrait : la rétine, offrant des vaisseaux très-apparents, très-gorgés de sang, flexueux; et sur leur trajet, des dilatations arrondies, espacées, rappelant tout à fait des *anévrysmes*, qu'on soupçonne d'abord, mais que l'on constate bien avec la loupe; le cristallin était dur et un peu rougeâtre en quelques points.

» Et, dès ce moment (Note de 1868), nous ajoutions : « Des lésions pa-
» reilles pourraient être constatées par l'examen ophthalmoscopique, qui
» assurément rendrait encore, dans ce cas, de vrais services cliniques.
» Toutefois, dans notre observation, il eût été rendu impossible par l'opa-
» cité du cristallin. »

---

(1) *Archives de Physiologie*, 1868.

(2) *Mémoires* (*Société de Biologie*, 1868).

(3) Un exposé historique de la question a été fait dans la séance du 23 janvier 1869 (*Société de Biologie*).

» L'année suivante, en janvier 1869, MM. Bouchereau et Magnan communiquaient à la Société de Biologie les pièces d'un nouvel exemple remarquable de *généralisation des lésions anévrysmales* rencontrées chez un homme âgé seulement de 58 ans. Ils en résumaient ainsi l'observation : « Alcoo-
» lisme chronique avec accès subaigu; attaques épileptiformes un an après
» son entrée à Sainte-Anne; attaque épileptiforme en dernier lieu; au-
» topsie; hémorrhagies cérébrales; dilatations anévrysmales dans le cer-
» veau; hémorrhagies rétiniennes avec anévrysmes miliaires de la rétine;
» pachyméningite rachidienne. »

» La troisième observation que j'ai recueillie, en collaboration avec M. Charcot, est de date plus récente (février 1870). Il s'agit d'une malade âgée de 72 ans, qui succomba à la Salpêtrière à la suite de petites attaques apoplectiformes. L'autopsie, faite par M. Charcot, avait révélé une quantité innombrable d'anévrysmes miliaires existant dans le cerveau, le cervelet, la protubérance et les méninges; ils étaient de toutes grosseurs, d'âges différents, et en de nombreuses places ils correspondaient à de petites hémorrhagies multiples, localisées, et d'âges différents aussi. On voulut bien me confier le soin d'achever l'autopsie, et je pus constater, en même temps qu'un état athéromateux très-généralisé et de nombreuses plaques d'artérite très-disséminées aussi, des altérations anévrysmales dans d'autres points du corps (péricarde, mésentère, région cervicale, carotides).

» Mais de plus, et surtout, existaient des *anévrysmes* dans *les deux rétines*. Ces dernières lésions des vaisseaux du fond de l'œil correspondaient à de petites hémorrhagies infiltrées dans les parois mêmes de la couche rétinienne. En effet, il y avait, disséminées çà et là, de petites zones ecchymotiques, jaune rouillé, entourant des dilatations arrondies des vaisseaux, dilatations que l'on voyait déjà presque suffisamment bien à l'œil nu et qui se confirmaient très-nettement avec une loupe : d'un autre côté, une préparation avec le microscope déterminait absolument ceux que la simple inspection n'avait point tout d'abord reconnus. Il s'agissait bien réellement d'*anévrysmes;* leur forme, leur volume, leurs ressemblances multiples rappelaient ceux que l'on avait rencontrés sur les artérioles des méninges et de l'encéphale. Quelques-uns seulement étaient plus petits, exigeaient l'emploi d'un grossissement de dix à vingt fois, pour être bien reconnus; mais d'autres, ceux que la simple vue déterminait de suite, atteignaient jusqu'au volume d'une petite tête d'épingle, d'un grain de tabac ou de poudre; l'un offrait même le volume d'une petite graine de millet.

» Enfin l'examen d'une de ces rétines, fait avec le microscope, confirmait absolument la structure anévrysmale de ces altérations vasculaires, et montrait encore plus les points de ressemblance qui existent, pour les modifications pathologiques de ce genre, entre les vaisseaux du fond de l'œil et les vaisseaux encéphaliques.

» Dans cette dernière observation, les cristallins, examinés malheureusement seulement à l'autopsie, paraissaient laisser le passage facile aux rayons lumineux, ce qui eût permis, pendant la vie, de faire une inspection ophthalmoscoqique, et d'y découvrir ces intéressantes dilatations anévrysmales des vaisseaux rétiniens.

» Avec les antécédents, l'âge, l'état du système artériel constatable à la radiale, par la seule pression digitale ou par le sphygmographe; enfin surtout avec les circonstances dans lesquelles s'étaient produites les dernières petites attaques apoplectiformes qui amenaient cette malade à l'infirmerie, on aurait peut-être été en droit de diagnostiquer la cause probable des hémorrhagies encéphaliques, et de la placer dans une altération généralisée du système artériel, se traduisant par des modifications anévrysmales, presque partout analogues et également disséminées dans différents points du corps.

» C'est là, du reste, la conclusion pratique que nous voudrions avoir le droit de tirer des quelques faits précédents, qui démontrent manifestement et, à la fois, la coexistence et la relation d'altérations anévrysmales dans la rétine, avec des modifications pathologiques analogues sur les petits vaisseaux de l'encéphale. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, divers opuscules de *M. Martin de Brettes*, sur le tir des canons contre les blindages des navires, et un atlas de photographies accompagnant ces opuscules.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie les deux documents suivants, adressés à M. le Ministre des Affaires étrangères, et relatifs à des secousses de tremblements de terre qui ont été ressenties, les unes au Pérou dans le mois de décembre 1869, les autres à Ancône le 8 février 1870.

Extrait d'une Lettre de M. Gauldrée-Boilleau *à M. le Ministre des Affaires étrangères.*

« Lima, le 12 janvier 1870.

» ..... Si je n'ai pas, depuis longtemps, suivi dans ma correspondance consulaire la question des phénomènes souterrains que j'ai entrepris d'étudier, c'est que nous n'avons eu à Lima que des secousses insignifiantes. Les deux plus fortes ont eu lieu le mois dernier, l'une et l'autre au milieu de la nuit. La première a excité quelques appréhensions; quant à la seconde, le 10 décembre, elle était à peine sensible.

» Les tremblements de terre avaient aussi cessé presque entièrement dans le sud du Pérou; mais, depuis six semaines, on en signale de nouveaux. Il y en a eu trois à Tacna, le 7 décembre, à 7 heures du matin et à $7^h 15^m$ du soir. La ville d'Aréquipa a ressenti également, dans la nuit du 17 décembre, une succession de secousses qui ont vivement effrayé la population : elles étaient accompagnées de bruits souterrains et se sont prolongées jusqu'au 19 du mois dernier. D'autres oscillations se sont produites les 27 et 28 décembre. »

Extrait d'une Lettre de M. Boulard *à M. le Ministre des Affaires étrangères.*

« Ancône, le 9 février 1870.

» Hier, 8 février, à $5^h 20^m$ du soir, la ville d'Ancône a ressenti un tremblement de terre d'une violence et d'une durée telles, que l'on n'a pas mémoire qu'elle en ait jamais éprouvé un semblable.

» Le matin, en s'éveillant, la population de cette ville avait été frappée d'un spectacle insolite et presque inconnu pour elle : une couche de neige de plus de 25 centimètres d'épaisseur couvrait les rues, les toits des maisons et les collines environnantes. La neige tombait et continua de tomber tout le jour, soulevée et chassée en tourbillons par un vent froid et violent du nord. Il cessa de neiger vers 4 heures du soir, mais le ciel resta sombre, surtout dans l'est. Le vent était passé du nord au sud-ouest, et sa violence avait légèrement diminué.

» A $5^h 20^m$, un grondement profond et prolongé, paraissant venir de l'atmosphère et semblable au bruit du tonnerre, précéda une violente secousse de tremblement de terre, qui agit d'abord par soubresauts, et se transforma ensuite en un mouvement d'oscillation de l'ouest à l'est, qui dura environ dix secondes; la pente ou inclinaison majeure du sol se prolongea toutefois au couchant.

» Des pendules, des glaces, des meubles, même de grande dimension, ont été déplacés et projetés d'environ 6 centimètres dans cette direction.

» Ce tremblement de terre, tout violent qu'il ait été, a produit heureusement plus d'épouvante que de mal dans la ville. Quelques maisons lézardées, quelques cheminées abattues, quelques clochers ébranlés sont tout le dégât qu'il a causé; il n'a fait, du reste, aucune victime; s'il eût agi dans une direction inverse, il est probable qu'il en eût été autrement.

» Ce tremblement de terre s'est fait également sentir dans les environs d'Ancône, et même avec plus de violence que dans cette ville, mais sans y causer de dommages plus sérieux. Son action semble avoir été des plus restreintes et ne pas avoir dépassé, au sud, Lorette et Macerata, au nord Sinigalia et Iesi; au delà de ces villes, on n'aurait éprouvé que de faibles et presque imperceptibles secousses. Ancône, par suite, semble pouvoir être considérée comme le centre de la zone qu'il a ébranlée (1). »

M. **Boussingault**, à propos des secousses ressenties à Lima, ajoute :

« L'éruption du volcan de Purace, qui a lancé des blocs de trachytes incandescents dans la vallée de Popayan, a eu lieu le 4 octobre 1869. Cette éruption est, par conséquent, antérieure au tremblement de terre ressenti à Lima. »

M. **Dupuis** adresse, de Mulhouse, quelques observations relatives à la Note qui a été insérée au *Compte rendu* de la séance du 7 février, p. 239, concernant le physicien Charles, dont les Manuscrits ont été offerts à l'Académie par *M. Bontemps*. M. Dupuis se demande si l'on n'a pas confondu, dans l'énumération des divers titres qui sont attribués au célèbre physicien, deux savants différents, savoir : Jacques-Alexandre-César Charles, physicien et aéronaute, et Jacques Charles, géomètre.

La Note de M. Bontemps ne contient aucune erreur; elle est rigoureusement exacte; mais, la confusion dont parle M. Dupuis ayant été commise par un grand nombre de biographes et de bibliographes, il ne sera pas inutile d'indiquer ici succinctement quelques-uns des points par lesquels on peut distinguer l'un de l'autre ces deux savants.

---

(1) *Lundi 7 février.* — Le baromètre marquait avant midi : $768^{mm},7$. Il commença à descendre dans l'après-midi, accomplissant une variation de 4 millimètres.

Mardi 8 février. — Le baromètre est descendu dans la journée de 3 millimètres.

Charles (Jacques), né à Cluny, a adressé à l'Académie une dizaine de Mémoires de géométrie, du 26 mars 1770 au 11 mai 1785; l'Académie a ordonné l'impression de ces Mémoires au *Recueil des Savants étrangers*. Il a été nommé *Associé-géomètre* de l'ancienne Académie le 11 mai 1785; sa signature se trouve aux feuilles de présence de l'Académie jusqu'au 27 juillet 1791; il est mort le 22 août suivant.

Charles (Jacques-Alexandre-César), né à Baugency le 12 novembre 1746, a été nommé Membre de l'Institut, dans la Section de Physique générale, par décret de la Convention. C'est le physicien dont le nom est devenu célèbre, par l'ascension qu'il fit au moyen d'un ballon gonflé avec l'hydrogène, par l'invention du mégascope, etc.; c'est celui dont les travaux ont été énumérés dans une Notice imprimée qui fait partie de la collection des *Mémoires de l'Académie*, et dont l'éloge historique a été prononcé par Fourier, le 16 juin 1828. Il était, en outre, bibliothécaire de l'Institut. Il est mort en 1823, et a eu, comme successeur dans la Section de Physique, *Augustin Fresnel* (1).

ANALYSE. — *Sur la bissection des fonctions hyperelliptiques.* Note de **M. F. Brioschi**, présentée par M. Hermite.

« Soient

$$P(x) = (x - a_1)(x - a_2)\ldots(x - a_p), \qquad \Delta(x) = \sqrt{P(x)Q(x)},$$
$$Q(x) = A(x - a_{p+1})(x - a_{p+2})\ldots(x - a_{2p+1}),$$

en posant

$$u_r = \frac{1}{2}\sum_1^p{}_i \int_{a_i}^{x_i} \frac{P(x)}{(x-a_r)\Delta(x)}\,dx, \quad v_r = \frac{1}{2}\sum_1^p{}_i \int_{a_i}^{y_i} \frac{P(x)}{(x-a_r)\Delta(x)}\,dx$$

et

$$nu_1 + v_1 \equiv 0, \quad nu_2 + v_2 \equiv 0, \ldots, \quad nu_p + v_p \equiv 0.$$

On sait que l'équation qui donne la valeur des x, ou l'équation de la division, est du degré n^{2p}. Je vais démontrer que, *dans le cas de la bissection, on n'aura effectivement à résoudre qu'une équation de degré p*. En effet, si l'on pose

$$\varphi(x) = (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_p), \qquad \psi(x) = (x - y_1)(x - y_2)\ldots(x - y_p),$$

(1) Les registres de l'Académie contiennent la mention d'un troisième *Charles* (Hyacinthe), dont les Communications, datées de 1771 et 1772, sont relatives à la quadrature du cercle.

le théorème d'Abel nous donne

(1) $$F^2(x)P(x) - f^2(x)Q(x) = \varphi^2(x)\psi(x),$$

$F(x)$, $f(x)$ étant deux polynômes des degrés p, $p-1$; et l'équation (1) conduit très-facilement aux trois relations suivantes :

(2) $F(a_s)\sqrt{P(a_s)} = \varphi(a_s)\sqrt{\psi(a_s)}$, $\quad r,\ i = 1, 2, 3, \ldots, p,$

(3) $f(a_r)\sqrt{-Q(a_r)} = \varphi(a_r)\sqrt{\psi(a_r)}$, $\quad s = p+1,\ p+2, \ldots, 2p+1,$

(4) $F(y_i)\sqrt{P(y_i)} = f(y_i)\sqrt{Q(y_i)}$.

Or, en désignant par θ_s, θ_r les expressions

$$\theta_s = \sqrt{\frac{\varphi(a_s)}{P(a_s)}}, \quad \theta_r = \sqrt{\frac{\varphi(a_r)}{-Q(a_r)}},$$

et semblablement par ω_s, ω_r celles qu'on obtient de θ_s, θ_r en substituant ψ à φ, on conclura, à cause des relations connues :

$$\frac{\varphi(a_s)}{P(a_s)} = 1 + \sum_r \frac{\varphi(a_r)}{(a_s - a_r)P'(a_r)}, \quad \frac{\varphi(a_r)}{P(a_r)} = \sum_s \frac{\varphi(a_s)}{(a_r - a_s)Q'(a_s)},$$

que

(5) $$\theta_s^2 = 1 - \sum_r \frac{Q(a_r)}{(a_s - a_r)P'(a_r)}\theta_r^2, \quad \theta_r^2 = -\sum_s \frac{P(a_s)}{(a_r - a_s)Q'(a_s)}\theta_s^2,$$

et des relations (2), (3) on déduira les suivantes :

(6) $$\theta_s^2\omega_s = \frac{F(a_s)}{P(a_s)}, \quad \theta_r^2\omega_r = -\frac{f(a_r)}{Q(a_r)}.$$

Mais l'équation (4) peut prendre l'une ou l'autre des deux formes

$$F(y_i) = \Delta(y_i)\frac{f(y_i)}{P(y_i)}, \quad f(y_i) = \Delta(y_i)\frac{F(y_i)}{Q(y_i)},$$

et celles-ci, en observant que

$$\frac{F(y_i)}{Q(y_i)} = \sum_s \frac{F(a_s)}{(y_i - a_s)Q'(a_s)}, \quad \frac{f(y_i)}{P(y_i)} = \sum_r \frac{f(a_r)}{(y_i - a_r)P'(a_r)},$$

savoir :

$$\sum_i \frac{F(y_i)}{(y_i - a_s)\psi'(y_i)} = 1 - \frac{F(a_s)}{\psi(a_s)}, \quad \sum_i \frac{f(y_i)}{(y_i - a_r)\psi'(y_i)} = -\frac{f(a_r)}{\psi(a_r)}.$$

Elles nous donnent

$$1-\frac{F(a_s)}{\psi(a_s)}=\sum_r \frac{f(a_r)}{P'(a_r)}\sum_i \frac{\Delta(y_i)}{(y_i-a_r)(y_i-a_s)\psi'(y_i)}$$

$$-\frac{f(a_r)}{\psi(a_r)}=\sum_s \frac{F(a_s)}{Q'(a_s)}\sum_i \frac{\Delta(y_i)}{(y_i-a_r)(y_i-a_s)\psi'(y_i)};$$

par conséquent, si l'on pose

$$\omega_{rs}=\omega_r\omega_s\sum_i \frac{\Delta(y_i)}{(y_i-a_r)(y_i-a_s)\psi'(y_i)},$$

on aura, à cause des équations (6), les deux suivantes :

$$\theta_s^2=\omega_s+\sum_r \frac{Q(a_r)}{P'(a_r)}\theta_r^2\omega_{rs},\quad \theta_r^2=-\sum_s \frac{P(a_s)}{Q'(a_s)}\theta_s^2\omega_{rs}.$$

Enfin, en substituant dans la seconde de ces dernières la valeur de θ_r^2 donnée par la seconde des équations (5), on obtient

$$(7)\qquad \sum_s \frac{P(a_s)}{Q'(a_s)}a_{rs}\theta_s^2=0,$$

ayant posé

$$a_{rs}=\frac{1}{a_s-a_r}+\omega_{rs}.$$

L'équation (7) donne évidemment p relations linéaires entre θ_{p+1}^2, $\theta_{p+2}^2,\ldots$, θ_{2p+1}^2; si l'on y joint la relation

$$\sum_s \frac{\varphi(a_s)}{(x_i-a_s)Q'(a_s)}=\sum_s \frac{P(a_s)}{(x_i-a_s)Q'(a_s)}\theta_s^2=0,$$

nous en déduirons, par l'élimination, l'équation du degré p

$$\begin{vmatrix} a_{1,p+1} & a_{1,p+2} & \ldots & a_{1,2p+1} \\ a_{2,p+1} & a_{2,p+2} & \ldots & a_{2,2p+1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{p,p+1} & a_{p,p+2} & \ldots & a_{p,2p+1} \\ \frac{1}{x-a_{p+1}} & \frac{1}{x-a_{p+2}} & \ldots & \frac{1}{x-a_{2p+1}} \end{vmatrix}=0,$$

dont les racines sont $x_1, x_2,\ldots, x_p$, et les coefficients des fonctions irrationnelles du second ordre des quantités $y_1, y_2,\ldots, y_p$.

» Ce résultat vient à confirmer et à préciser le caractère exceptionnel des équations de la bissection que M. Jordan a mis en évidence, au n° 491, de son excellent *Traité des Substitutions et des équations algébriques.* »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement algébrique de la fonction perturbatrice.* Note de **M. J. Bourget**, présentée par M. Delaunay.

« Dans la séance du 21 février dernier, M. Newcomb a donné un aperçu d'une méthode directe et facile pour effectuer le développement de la fonction perturbatrice et de ses coefficients différentiels.

» Je rapellerai, à cette occasion, les tentatives faites par d'autres géomètres et par moi-même pour atteindre le même but.

» La fonction perturbatrice est

$$R = \frac{rr' \cos\delta}{r'^3} - \frac{1}{\rho},$$

en nommant

r, r' les distances des deux planètes m, m' au Soleil;

δ la distance apparente des deux planètes vues du Soleil;

ρ leur distance vraie.

» Il est facile de calculer les perturbations de la planète m, produites par m', quand on sait développer R suivant les puissances des exponentielles imaginaires E^{iT}, $E^{iT'}$; E désignant la base des logarithmes népériens et i le symbole $\sqrt{-1}$. On sait que chacun des termes de cette série, uni à son conjugué, fournit, au moyen d'un système d'équations différentielles simultanées, une inégalité du premier ordre par rapport à la masse de la planète perturbatrice.

» Le développement de R est un problème difficile, non pas en lui-même, mais par la longueur des calculs qu'il nécessite. On cherche habituellement à développer le coefficient du terme général

$$E^{(n'T'+nT)i},$$

que nous désignons par $A_{n',n}$ suivant les puissances des excentricités et des inclinaisons, quantités généralement petites. Les séries ainsi obtenues sont rapidement convergentes dans la plupart des cas, et le calcul des inégalités n'est pas long. Pour arriver à ces séries, on suit habituellement la méthode de Laplace; mais comme les calculs y sont superposés, on ne peut point par cette voie obtenir un terme isolé du développement; de plus, la moindre inexactitude dans les longues opérations que l'on est obligé de faire pour atteindre un ordre élevé entraîne à d'autres erreurs qu'il est impossible de corriger sans reprendre en entier tout le travail.

» On comprend donc toute l'importance d'une méthode qui fournirait, sous forme algébrique, un coefficient déterminé $A_{n',n}$ par une série d'opérations simples, faciles à répéter et ne dépendant d'aucune autre.

» Cette méthode a été indiquée pour la première fois par Cauchy (1). J'ai moi-même présenté à l'Institut deux Mémoires (2), dans lesquels j'apportais au calcul de l'illustre géomètre quelques perfectionnements. M. Puiseux, de son côté, a publié deux Mémoires intéressants sur le même sujet (3).

» En lisant son travail, il m'a semblé qu'on pouvait encore simplifier considérablement la solution du problème du développement de R, par l'introduction des transcendantes de Bessel, dont j'étais parvenu à faire un emploi si commode dans le problème de Képler (4) et dans le calcul par interpolation des termes de R, suivant la méthode de Cauchy (5). C'est le résultat de ces recherches que j'ai presenté à la réunion des Sociétés savantes en 1864 et que je soumettrai prochainement au jugement de l'Académie.

» Dans le nouveau mode de développement que je propose, l'excentricité s'introduit par la tangente de la moitié de l'angle ψ donné par la formule $\sin\psi = e$, et j'arrive à une expression relativement fort simple du terme général de la fonction R, renfermant comme quantités petites,

$$\nu = \sin^2 \frac{1}{2} \mathrm{I} \quad (\mathrm{I} = \text{l'inclinaison mutuelle}),$$

$$\eta = \tang \frac{1}{2} \psi,$$

$$\eta' = \tang \frac{1}{2} \psi',$$

$$\mathrm{B}_n^{(j)} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} x^{-j} \mathrm{E}^{\frac{ne}{2}\left(x - \frac{1}{x}\right)} du \quad \text{(transc. de Bessel)}, \qquad x = \mathrm{E}^{iu},$$

$$\mathrm{B}_{n'}^{(j')} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} x'^{-j'} \mathrm{E}^{\frac{n'e'}{2}\left(x' - \frac{1}{x'}\right)} du', \qquad x' = \mathrm{E}^{u'i}.$$

Pour arriver à l'expression explicite d'un coefficient correspondant à un argument donné, il suffit de résoudre en nombres entiers et positifs certaines équations du premier degré fort simples, de la forme

$$x + y + z + \ldots + u = \alpha.$$

La régularité et la simplicité des opérations sont telles, que les erreurs deviennent à peu près impossibles.

(1) *Comptes rendus*, t. XI.
(2) *Comptes rendus*, mars et juillet 1856.
(3) *Journal de Mathématiques de Liouville*, 1860.
(4) *Journal de Mathématiques de Liouville*, 1861.
(5) *Annales de l'Observatoire*, t. VII.

» Les transcendantes $b_s^{(i)}$ de Laplace n'apparaissent pas dans cette forme de développement; mais, au fond, le calcul de ces transcendantes s'y retrouve, puisque chacun des coefficients $A''_{n,n}$ renferme une série indéfinie de termes ordonnés suivant les puissances du rapport $\frac{a'}{a}$ qui est la variable des développements propres à l'évaluation des $b_s^{(i)}$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des paramètres physiques et des axes principaux en un point quelconque d'un système atomique.* Note de **M. F. Lucas**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Considérons un système atomique quelconque dont tous les points sont supposés fixes, et désignons par Φ le *potentiel* relatif au point m, de masse g.

» Rapportant la figure à trois axes rectangulaires, pris comme on voudra, désignons par (X, Y, Z) les coordonnées du point m, et par (U, V, W) les trois projections de l'action totale exercée sur cet atome par tous les autres.

» Nous aurons

$$(1)\qquad U = \frac{d\Phi}{dX},\quad V = \frac{d\Phi}{dY},\quad W = \frac{d\Phi}{dZ}.$$

» Posons

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2\Phi}{dX^2} = -gA, \quad \dfrac{d^2\Phi}{dY^2} = -gB, \quad \dfrac{d^2\Phi}{dZ^2} = -gC, \\ \dfrac{d^2\Phi}{dX\,dY} = \dfrac{d^2\Phi}{dY\,dX} = -gP, \\ \dfrac{d^2\Phi}{dY\,dZ} = \dfrac{d^2\Phi}{dZ\,dY} = -gQ, \\ \dfrac{d^2\Phi}{dZ\,dX} = \dfrac{d^2\Phi}{dX\,dZ} = -gR. \end{cases}$$

Si le point m éprouvait un déplacement infinitésimal (x, y, z), les composantes de l'action totale éprouveraient les variations (u, v, w) déterminées par les formules

$$(3)\qquad \begin{cases} -\dfrac{u}{g} = Ax + Py + Rz, \\ -\dfrac{v}{g} = Px + By + Qz, \\ -\dfrac{w}{g} = Rx + Qy + Cz. \end{cases}$$

» Par la position primitive O de l'atome m, menons une droite OS coïncidant avec l'un des trois *axes principaux* relatifs à ce point. Si le déplacement avait lieu sur cette droite, la variation de l'action totale ferait avec ce déplacement un angle nul ou égal à deux droits (*). Et si l'on désignait par ε la longueur du déplacement, la variation de l'action totale aurait pour valeur $-gs\varepsilon$, s désignant le *paramètre physique* correspondant à l'axe OS (**).

» Cela posé, soient λ, μ, ν les cosinus des angles que la direction OS fait avec les axes des coordonnées. On aura d'abord

$$\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2 = 0; \tag{4}$$

puis, en vertu des équations (3),

$$\left\{\begin{aligned} s\lambda &= A\lambda + P\mu + R\nu,\\ s\mu &= P\lambda + B\mu + Q\nu,\\ s\nu &= R\lambda + Q\mu + C\nu.\end{aligned}\right. \tag{5}$$

Éliminant les trois cosinus λ, μ, ν entre les équations (4) et (5), on trouve

$$\begin{vmatrix} A-s & P & R\\ P & B-s & Q\\ R & R & C-s \end{vmatrix} = 0, \tag{6}$$

équation du troisième degré en s. Comme le premier membre est un déterminant *symétrique*, les trois racines sont réelles. Ces racines sont les *paramètres physiques* H, K, L relatifs au point m.

» Par suite des relations qui existent entre les coefficients et les racines de l'équation (6), on trouve

$$A + B + C = H + K + L, \tag{7}$$

$$AB + BC + CA - (P^2 + Q^2 + R^2) = HK + KL + LH, \tag{8}$$

$$\begin{vmatrix} A & P & R\\ P & B & Q\\ R & Q & C \end{vmatrix} = HKL. \tag{9}$$

» Les fonctions de (X, Y, Z) qui composent les premiers membres de ces trois égalités sont donc indépendantes de la direction des axes de coordonnées rectangulaires. De là trois propriétés remarquables des dérivées secondes du potentiel Φ.

(*) *Comptes rendus* du 1er décembre 1868.

(**) *Comptes rendus* du 28 février 1870.

» On peut remplacer l'égalité (8) par la suivante, qu'on obtient en combinant (7) et (8) :

(10) $$A^2 + B^2 + C^2 + 2(P^2 + Q^2 + R^2) = H^2 + K^2 + L^2.$$

» Proposons-nous maintenant de déterminer la direction de l'axe principal OS, qui correspond à une des racines de l'équation (8). Posons à cet effet

(11) $$\begin{cases} \frac{\lambda}{\nu} = a, \\ \frac{\mu}{\nu} = b. \end{cases}$$

L'axe OS sera parallèle à la droite représentée par les équations

(12) $$\begin{cases} \xi = a\zeta, \\ \eta = b\zeta, \end{cases}$$

dans lesquelles ξ, η, ζ représentent des coordonnées courantes.

» Il s'agira donc de déterminer a et b. Or les équations (5) donnent

(13) $$\begin{cases} (A - s)a + Pb + R = 0, \\ Pa + (B - s)b + Q = 0, \\ Ra + Qb + (C - s) = 0, \end{cases}$$

système surabondant, duquel on déduit

(14) $$\begin{cases} m = \dfrac{P(C - s) - RQ}{Q(A - s) - RP}, \\ n = \dfrac{P(C - s) - RQ}{R(B - s) - PQ}. \end{cases}$$

» Les trois *paramètres physiques* relatifs au point m et les directions des *axes principaux* peuvent donc se calculer très-aisément au moyen des trois dérivées secondes du potentiel Φ. »

ANALYSE SPECTRALE. — *Remarques sur les couleurs des gaz raréfiés soumis à l'analyse spectrale, etc.; par* **M. Dubrunfaut.**

« Les colorations produites dans les gaz incandescents par diverses substances chimiques sont utilisées comme caractères chimiques de ces substances. Ces propriétés se reproduisent dans la pratique de l'analyse spectrale effectuée avec le brûleur de Bunsen, et ce mode d'analyse enseigne à

cerner avec une grande facilité les substances qui donnent à la flamme une même coloration apparente. Dans l'analyse spectrale appliquée aux gaz confinés dans les tubes de Geissler à divers degrés de raréfaction, on observe encore des variations de coloration qui, dans des conditions déterminées, peuvent fournir des indices sur la nature des gaz, même avant l'observation spectrale.

» Ainsi l'hydrogène livrant passage au courant électrique à la limite de pression maxima donne un filet lumineux blafard, peu observable au spectroscope, ainsi que l'a fait remarquer M. Wüllner; quand le courant passe mieux, sous une pression moindre, le filet devient rose, et c'est dans ces conditions que se montre, selon nous, le spectre naissant de l'azote, en l'absence complète des raies H. Plus tard, le spectre H se montre partiellement, et, quand le vide a atteint sa dernière limite expérimentale, ce spectre est complet, et en même temps le filet lumineux est d'un rouge d'autant plus intense que la partie étranglée du tube de Geissler est plus capillaire; dans ce dernier cas encore, le tube capillaire est échauffé au maximum, tandis qu'il l'est au minimum quand la lumière est blafarde. Que conclure rigoureusement de ces faits, sinon que la coloration rouge de sang est propre à l'hydrogène pur, raréfié au maximum et porté par le courant d'induction à une haute température? Arrivé à ce point d'illumination, l'hydrogène donne le seul spectre caractéristique qui lui soit propre, avec des traces parfois sensibles de sa quatrième raie; il offre, en outre, une particularité que nous n'avons vue signalée par aucun observateur : il illumine l'air ou le gaz quelconque qui l'entoure, sous la forme d'une auréole rouge qui donne au spectroscope le spectre complet de l'hydrogène, alors même qu'on l'observe à une grande distance du tube. Rien de pareil ne se produit avec les filets lumineux des autres gaz.

» Ces observations autorisent-elles sans réserves l'interprétation que l'on donne aux manifestations spectrales des protubérances solaires?

» Les observations faites sur l'aspect de l'hydrogène renfermé dans les tubes de Holtz s'expliquent mal; on sait, en effet, que les organes capillaires de ces tubes, traversés par le courant d'induction, prennent une couleur différente suivant la direction de ce courant, par rapport aux tubes, qui sont de véritables entonnoirs à douilles capillaires. Le maximum de coloration rouge se produit toujours quand le courant marche de la douille vers l'entonnoir, et *vice versâ*. En attribuant ces différences d'aspect à des influences de températures analogues à celles qu'on observe si nettement dans les conditions précédemment spécifiées, il faut nécessairement admettre que le

courant qui donne le filet le plus rouge est celui qui produit la température la plus élevée, et réciproquement. Dans cet ordre d'idées, la température la plus élevée serait réalisée quand le courant rencontre la plus grande résistance dans son passage à travers les tubes capillaires, et cette hypothèse serait d'accord avec tous les faits connus sur les transformations possibles du travail mécanique en chaleur, et par suite en lumière.

» Il est facile de vérifier ces interprétations, ainsi que nous l'avons fait, à l'aide d'un tube de Geissler chargé d'hydrogène, et disposé de telle sorte que les boules contenant les électrodes soient séparées par une série de tubes de calibres qui diffèrent depuis la capillarité des tubes à thermomètres, jusqu'au calibre des tubes à baromètres. Le même courant, traversant simultanément ces divers tubes, donne des effets lumineux qui varient avec les calibres, et dans ces conditions encore, ainsi qu'on pouvait le prévoir, c'est le tube le plus gros qui est le moins lumineux, en même temps que le maximum de lumière rouge se retrouve dans le tube le plus capillaire. L'ordre d'échauffement des tubes est le même que celui des aspects lumineux, et il va sans dire que l'intensité des spectres suit aussi le même ordre.

» Des traces de vapeur d'eau se révèlent par la couleur légèrement rosée des tubes, quand les gaz expérimentés n'ont pas par eux-mêmes une coloration bien dominante. Tels sont l'oxygène et les composés oxygénés du carbone. Le spectre apparent de la vapeur d'eau est bien celui de ce composé, sans avoir besoin d'en admettre la dissociation.

» L'azote le plus pur qu'on puisse préparer, introduit dans un tube de Plücker à filet capillaire, offre une couleur bien caractéristique, qui varie entre le jaune fauve et le jaune clair, et dans ces conditions les spectres observables, soit sur le filet, soit sur les électrodes, n'offrent jamais que le spectre seul et complet de l'azote.

» Lorsque le gaz azote renferme de la vapeur d'eau, l'aspect du tube est différent; l'électrode négative est bleue et l'électrode positive est rose, en même temps que le filet prend un aspect bleuâtre ou rose. Le spectre de l'hydrogène apparaît alors, d'une manière très-nette, dans le filet et au pôle négatif, et il ne se montre pas au pôle positif.

» Lorsque le tube en question a été préparé avec une machine à mercure, on y retrouve le plus souvent une ou plusieurs raies caractéristiques du mercure, qui se montrent tout à la fois aux deux pôles et dans le filet.

» Un baromètre, surmonté d'un tube de Plücker à électrodes de platine et purgé avec soin par l'ébullition du mercure, offre une chambre qui est très-lumineuse et blanche sous l'influence du courant d'induction, et l'on

y observe distinctement les spectres de l'hydrogène et de l'azote, superposés au spectre du mercure.

» Cette apparition de spectres divers dans le vide de Toricelli prouve l'impuissance où se trouve la science de produire un vide exempt de matière cosmique, c'est-à-dire privé de vapeurs muettes et insaisissables au spectroscope. Elle s'explique par la présence constante d'un globule plus ou moins perceptible de fluide élastique dans les baromètres les mieux purgés, c'est-à-dire dans ceux-là mêmes qui offrent le phénomène de la suspension anormale de la colonne mercurielle. Dans les conditions que nous venons de spécifier, les électrodes de platine platinisent avec une grande énergie le verre du baromètre, comme s'il se formait un amalgame. Nous ferons remarquer que le même phénomène s'observe dans les tubes de Plücker chargés d'hydrogène, et qu'il est presque nul avec les autres gaz : l'hydrogène aurait-il dans ce cas une de ces propriétés métalliques, qui, dans ces derniers temps, ont fixé l'attention des savants, et le platine volatilisé exceptionnellement sous son influence serait-il un amalgame ou un alliage? Il est remarquable que le palladium, l'or et l'argent offrent une propriété de même ordre, à l'exclusion des autres métaux.

» Quoique nous n'ayons pu comprendre dans nos recherches expérimentales les faits importants sur lesquels MM. de la Rive, Trève, Daniel et le P. Secchi ont appelé récemment l'attention de l'Académie, nous ne pouvons résister au besoin de rattacher au sujet principal de cette Note les phénomènes de coloration observés et étudiés par ces savants dans les gaz raréfiés, qu'ils ont soumis à l'influence magnétique découverte par Faraday. Ainsi l'hydrogène, selon M. Trève, affecterait, en présence de l'électro-aimant, les deux colorations distinctes qu'il manifeste, dans d'autres conditions, sous l'influence de températures différentes. En admettant l'explication si nette et si logique qu'ont donnée de ces phénomènes MM. de la Rive et Daniel, il est impossible de ne pas les considérer comme étant subordonnés à une seule et même cause : la variation de température; tous les faits observés s'accordent avec cette interprétation. Maintenant, s'il est vrai, comme nous l'avons affirmé, que nulle expérience faite sur des tubes Geissler-Plücker, quelle que soit leur origine, n'a pu s'appliquer à des gaz parfaitement purs; s'il est vrai encore, comme nous croyons l'avoir établi *à posteriori*, que ces impuretés peuvent produire et justifier les observations que l'on a imputées aux seules variations de température et de pression, ne sommes-nous pas autorisé à affirmer que les phénomènes de colorations diverses, signalés dans les gaz réputés simples, sous l'influence des courants

d'induction et des électro-aimants, peuvent avoir pour cause les mélanges impurs de ces gaz?

» Ainsi le P. Secchi a fait connaître la coloration jaune d'un tube à hydrogène dans une condition où cette coloration pourrait être due à la présence de l'azote, qui, selon nous, est le satellite presque inséparable de l'hydrogène de nos laboratoires. Si l'on admet, en outre, avec nous, que la couleur jaune des tubes de Geissler est caractéristique de l'azote, on reconnaîtra que l'observation du savant astronome justifie, au lieu de les renverser, les bases expérimentales qui nous ont servi à mettre en doute les spectres de divers ordres des corps simples (1).

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices que le platine développe lorsqu'il est mis en contact avec divers liquides* (suite). Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans une précédente Note (2), j'ai cité différentes expériences qui me paraissent démontrer que le platine qui séjourne dans une liqueur acide ou alcaline s'y modifie graduellement en formant des combinaisons superficielles instables. Comme des expériences analogues aux miennes ont reçu des interprétations différentes, je crois nécessaire d'exposer les raisons qui m'ont empêché d'adopter ces interprétations.

» M. Becquerel a fait connaître, depuis longtemps, le fait suivant (3). Lorsque deux lames de platine ont séjourné pendant quelque temps dans l'eau distillée, et qu'on s'est assuré qu'elles ne donnent pas de courant quand on fait entrer le couple dans le circuit d'un galvanomètre, il suffit de retirer l'une des lames de l'eau et de l'y replonger quelques instants après, pour obtenir un courant dont la direction fait voir que cette lame est devenue négative. Cette expérience a de l'analogie avec la première de celles que j'ai citées dans ma précédente Note, et M. Becquerel ayant attribué le courant qu'il a obtenu à l'action de l'air qui s'attache à la lame retirée de l'eau, j'ai pensé d'abord que cette action de l'air pourrait expli-

---

(1) Cette coloration pourrait encore être expliquée par la présence du sodium, dont la raie s'est montrée d'une manière non équivoque dans les expériences en question. M. Wüllner, dans des conditions analogues, a reconnu non-seulement la raie du sodium, mais même son renversement. Ces faits prouvent l'abus et le danger de l'emploi de forces électriques trop puissantes, quand on tient à ne pas altérer la pureté des gaz expérimentés.

(2) *Comptes rendus*, 20 décembre 1869, t. LXIX, p. 1300.

(3) *Traité expérimental de l'Électricité et du Magnétisme*, t. V, 2e Partie, p. 16.

ques aussi le courant de même sens qui se produit dans mon expérience. Mais cette explication m'a paru incompatible avec l'ensemble des résultats obtenus.

» Dans une série d'expériences j'ai trouvé :

» 1° Qu'en opérant comme je l'ai indiqué, c'est-à-dire en lavant dans l'eau distillée et en essuyant ensuite, avec du papier joseph, l'une des lames, la force électromotrice, mesurée au moment de l'immersion de cette lame, était égale à environ 23 unités $\frac{(Bi - Cu)}{0^\circ - 100^\circ}$;

» 2° Que cette force électromotrice était un peu plus petite lorsque l'on se bornait à laver l'une des lames dans l'eau distillée, et qu'après l'avoir laissée séjourner dans ce liquide on la transportait, *sans l'essuyer*, dans l'eau acidulée;

» 3° Que la force électromotrice se trouvait réduite à 2 ou 3 unités lorsqu'on retirait simplement l'une des lames de l'eau acidulée et qu'on l'y replongeait quelques instants après, sans la laver dans l'eau distillée ni l'essuyer.

» Dans l'expérience (2°), la lame lavée se trouve bien exposée à l'air pendant une ou deux secondes, lorsqu'on la transporte de l'eau distillée dans l'eau acidulée; mais, comme il résulte de l'expérience (3°) que cette action de l'air ne peut donner naissance qu'à une force tout au plus égale à 2 ou 3 unités, et que, dans les expériences (1°) et (2°), cette force dépasse 20 unités, il me paraît impossible de ne pas reconnaître que, dans ces expériences, le courant obtenu doit être attribué principalement, sinon exclusivement, à l'action de l'eau distillée.

» Maintenant je ne vois que deux manières d'envisager cette action. On peut dire d'abord que le platine qui séjourne longtemps dans l'eau distillée s'imprègne graduellement de ce liquide; qu'il le retient, même après avoir été frotté avec du papier joseph; et que c'est à l'action de l'eau acidulée sur l'eau pure, ainsi absorbée par le platine, qu'il faut attribuer le courant observé. D'un autre côté, on peut supposer que le platine qui est plongé dans l'acide sulfurique étendu forme, dans cette liqueur, une combinaison superficielle plus positive que le platine, et que l'action de l'eau distillée consiste uniquement à détruire cette combinaison. C'est cette dernière explication qui me paraît, comme je l'ai dit, la plus vraisemblable, mais je ne saurais pourtant affirmer que l'eau distillée n'est pas elle-même absorbée par le platine. Il est possible encore que ce liquide ait les deux modes d'action que je viens d'indiquer.

» Dans l'expérience (1°) que j'ai citée plus haut, la lame de platine qui a séjourné dans l'eau distillée est ensuite desséchée mécaniquement au moyen de feuilles de papier joseph; j'ai fait un grand nombre d'autres expériences, dans lesquelles la lame retirée de l'eau distillée a été desséchée dans une étuve. En opérant ainsi, j'ai obtenu des résultats très-différents suivant la température de l'étuve. Lorsque cette température ne dépasse pas 150 degrés, les choses se passent comme dans l'expérience (1°), c'est-à-dire que la lame de platine qui a été chauffée reste négative au moment de son immersion par rapport à l'électrode qui n'a pas quitté l'eau acidulée; seulement, la valeur numérique de la force électromotrice du couple devient beaucoup plus grande quand on fait intervenir l'action de la chaleur : elle peut s'élever à 50 unités.

» Quand, au contraire, la lame qui a séjourné dans l'eau distillée est portée à la chaleur rouge, et qu'on la plonge dans l'eau acidulée après l'avoir laissée refroidir, elle est, au moment de son immersion, positive par rapport à l'autre électrode restée dans l'eau acidulée, et la force électromotrice du couple dépasse souvent 20 unités. Dans ce dernier cas, le courant obtenu me paraît dû à une cause toute différente de celle à laquelle j'attribue les résultats des expériences précédentes. Je suppose que le platine porté à une haute température forme avec l'oxygène une combinaison qui est positive, même par rapport au platine déjà modifié par l'eau acidulée, et que cette combinaison se détruit sous l'influence de l'acide; j'ai reconnu qu'elle peut se détruire spontanément, même lorsque la lame chauffée reste exposée à l'air; mais, dans ce cas, elle se détruit beaucoup plus lentement que lorsque la lame est plongée dans l'eau acidulée, et je crois même qu'elle ne se détruit jamais complétement.

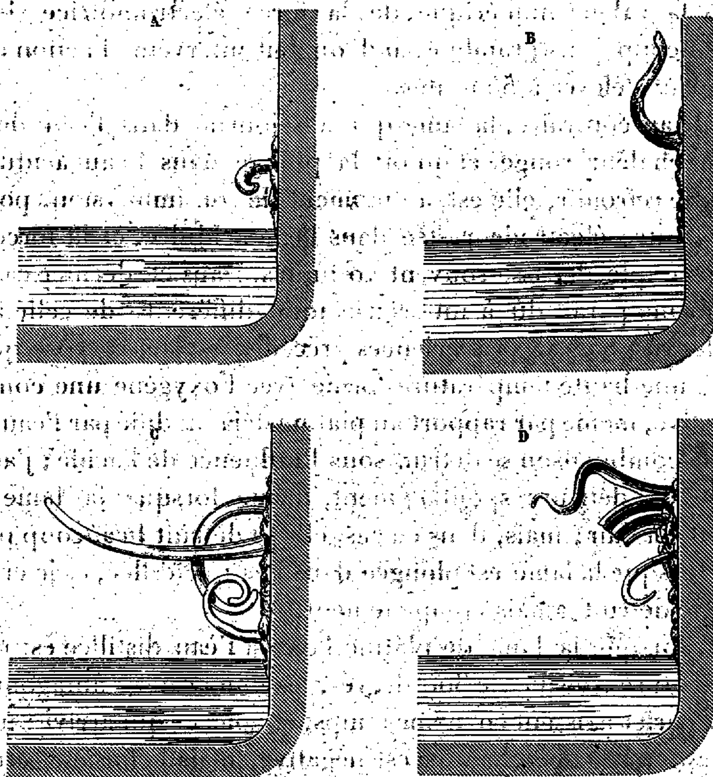
» Enfin, lorsque la lame de platine lavée à l'eau distillée est chauffée à une température voisine de 300 degrés, les deux causes antagonistes dont je viens de parler agissent en même temps, et voici ce qui arrive : au moment de l'immersion, la lame chauffée est négative, mais la force électromotrice du couple devient nulle en quelques minutes, change de signe, prend des valeurs positives croissantes, atteint un maximum, puis revient lentement à zéro.

» Quelle que soit la véritable explication des faits que je viens d'exposer, ils me paraissent démontrer que le platine peut développer des forces électromotrices très-notables au contact de la plupart des liquides, et que, par conséquent, il y a lieu de regarder comme douteuses les conséquences qui reposent sur cette supposition que le platine ne peut donner naissance à aucune force électromotrice. »

PHYSIQUE. — *Formation des glaçons.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« A l'occasion de la Note de M. Prillieux (1) sur les lames de glace qui se forment le long des tiges végétales, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le dessin (2) de quelques glaçons assez singuliers, observés dans l'hiver 1867-1868. Ces glaçons étaient implantés sur un ciment rugueux et poreux un peu au-dessus de la surface de l'eau d'un bassin de pierre.

Glace observée dans l'hiver 1867-1868, à Cognac (Charente).



» L'air était très-froid, tandis que les parois du bassin et l'eau étaient encore au-dessus de zéro. Les glaçons présentaient presque tous un aspect strié, comme s'ils avaient passé par une filière; ils me paraissent avoir eu la même origine que les lames striées de M. Prillieux. L'eau liquide montait évidemment par capillarité dans le ciment et se gelait au contact de l'air

(1) *Compte rendu*, 21 février 1870.

(2) Légèrement plus grand que nature.

froid, en repoussant vers l'extérieur la partie déjà formée du glaçon; ce qui s'accorde avec l'explication donnée, par M. Trécul, pour la formation des rayons de glace des plantes, lesquelles agiraient comme corps poreux moins froids que l'air ambiant. »

PHYSIQUE. — *Sur l'illumination des corps transparents.* Extrait d'une Lettre de **M. Soret** à M. le Secrétaire perpétuel.

« .... Le Mémoire que je viens de publier dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* (*Bibliothèque universelle*, février 1870) contient quelques nouveaux développements, sur les recherches dont j'ai donné un Extrait dans une Note présentée à l'Académie le 6 décembre 1869.

» J'y indique, en particulier, une observation qui me paraît présenter quelque intérêt; c'est le fait que, lorsqu'on détermine dans de l'eau bien claire un très-léger précipité, à l'aide de réactifs convenables (azotate d'argent, acétate de plomb, encre de Chine, etc.), on reconnaît que le pouvoir d'illumination de l'eau augmente considérablement, tout en conservant les caractères de polarisation attribués par M. Lallemand à une propagation latérale du mouvement de l'éther.

» A côté de cette nouvelle preuve expérimentale du rôle prépondérant que la présence de particules en suspension joue dans ces phénomènes, j'expose quelques idées théoriques qui me paraissent pouvoir servir à leur explication. Enfin je réponds aux objections que M. Lallemand a élevées contre ma manière de voir.... »

CHIMIE. — *Sur l'absence de l'eau oxygénée dans la neige tombée à Rouen; par* **M. Aug. Houzeau.**

« Bien que mes recherches antérieures sur la présence de l'eau oxygénée dans la rosée naturelle ou dans celle qui provenait de la condensation, par un mélange frigorifique, de l'humidité de l'air, ne m'aient toujours donné que des résultats négatifs, j'ai cru devoir reprendre cette question à la suite des résultats contraires obtenus sur l'eau de neige par M. Struve. Ce savant ayant employé dans ses recherches un autre procédé que le mien, il me paraissait intéressant de vérifier ses assertions en suivant sa propre méthode.

» Voici comment on a recherché le peroxyde d'hydrogène dans la neige tombée à Rouen les 27 octobre, 3 et 26 décembre 1869, et 13 février 1870.

» A 40 centimètres cubes de l'eau de neige, recueillie le plus tôt possible, on ajoute quatre gouttes (pesant $0^{gr},130$) du réactif ioduro-amidonné

(préparé avec $0^{gr},200$ d'amidon, 10 grammes d'eau et $0^{gr},10$ d'iodure de potassium), et, après agitation, on y verse trois à six gouttes d'une solution neutre de sulfate ferreux ammoniacal au millième.

» Tous les essais ne fournirent que des résultats négatifs, c'est-à-dire que la coloration bleue caractéristique n'apparut jamais, même après une heure de contact (1). Et cependant, au moment de la chute de la neige, on constatait que les papiers ozonométriques s'étaient colorés. C'est donc un nouvel argument en faveur de l'opinion qui attribue à l'ozone cette activité chimique de l'air.

» Ainsi, avec la méthode suivie par M. Struve, on n'a pu déceler la présence du peroxyde d'hydrogène dans l'eau de neige tombée à Rouen.

» C'est alors qu'on le rechercha à nouveau, non plus en opérant seulement sur 40 centimètres d'eau, mais sur *cinq décilitres*, qui furent ramenés à 8 centimètres cubes par ma méthode de concentration (la congélation partielle) et avec toutes les précautions qui ont été signalées dans mon Mémoire.

» 3 centimètres cubes de ce résidu liquide, étant essayés au réactif iodo-amido-ferreux, n'ont donné aucune coloration bleue ou violette : donc absence de l'eau oxygénée.

» 3 autres centimètres cubes, traités par deux gouttes de la liqueur chromique au $\frac{1}{100}$ et agités avec de l'éther pur, n'ont également fourni qu'un résultat négatif ; comme, d'après cette méthode, ainsi que je l'ai démontré, on peut reconnaître le peroxyde d'hydrogène dans une eau qui en contient seulement $\frac{1}{25000000}$ de son poids, on doit en conclure que l'eau de neige soumise à l'essai ne renferme pas d'eau oxygénée, ou, pour parler plus rigoureusement, n'en renferme pas une proportion qui s'élève au *vingt-cinq millionième* de son poids (2).

» En portant à la connaissance des chimistes ces nouveaux résultats qui infirment entièrement ceux de M. Struve, relativement à la présence du peroxyde d'hydrogène dans les eaux météoriques, je ne saurais m'empêcher de les engager à répéter ces expériences sous divers climats et en faisant usage des mêmes méthodes que j'ai décrites ; car, si un jour les observations de M. Struve venaient à être confirmées, quant à la neige tombée

---

(1) Mais, en ajoutant $0^{mg},6$ d'eau oxygénée sur 40 centimètres cubes de la même eau de neige, cette coloration apparaissait de suite.

(2) On trouvera, en outre, dans le Mémoire, des détails nouveaux sur la manière de distinguer l'eau oxygénée du nitrite d'ammoniaque, dans ces sortes d'essais si délicats.

dans le lieu qu'il habite (Amérique?), il faudrait en conclure, ce qui ne me paraît pas impossible, que les eaux météoriques varient de nature ou de composition suivant les localités, ainsi que je l'ai établi déjà pour l'air atmosphérique.

» Présentée ainsi, la question acquiert une trop grande importance, au point de vue de la physique du globe, pour qu'elle puisse demeurer plus longtemps indifférente aux savants de tous les pays. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière bleue sur la production de l'amidon dans la chlorophylle.* Note de **M. Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Dans un précédent travail, où j'ai étudié l'action des divers rayons lumineux sur le dégagement de bulles de gaz et par conséquent sur la réduction de l'acide carbonique par les plantes, j'ai cherché à établir que, dans les expériences qui avaient été faites jusqu'alors sur ce sujet, on avait négligé de tenir compte du degré de clarté des lumières de couleur différente qu'on faisait agir sur les plantes, et qu'on avait, par suite, attribué sans preuve suffisante à la coloration des rayons ou, en d'autres termes, à leur longueur d'onde, des effets qui pouvaient fort bien être dus à des différences d'éclat. C'est ainsi qu'on a reconnu aux rayons jaunes et orangés le maximum d'action, sans rappeler que ces rayons sont les plus lumineux. On a même été jusqu'à leur attribuer la propriété exclusive de décomposer l'acide carbonique, et, comme les lumières que l'on emploie dans les expériences ne sont pas monochromes, on a supposé qu'elles n'agissent qu'en proportion des rayons jaunes et orangés qu'elles contiennent.

» Le phénomène de la réduction de l'acide carbonique, qui se manifeste, d'une part, par le dégagement de bulles d'oxygène, doit se traduire aussi par la formation, dans la plante, de matières organisées riches en carbone. En effet, on voit de la fécule se former au milieu de la chlorophylle sous l'action de la lumière. Ce fait, fondamental pour la physiologie végétale, est maintenant hors de doute. La production de l'amidon dans les grains de chlorophylle a été, il y a longtemps déjà, découverte par M. H. de Mohl et observée aussi, peu après, très-nettement par M. Nægeli; mais c'est M. Sachs qui a eu le mérite de reconnaître et de démontrer (en 1862 et 1864) que la présence de l'amidon dans la chlorophylle est due à l'action de la lumière, que c'est seulement quand les plantes ont été soumises à un éclairage suffisant que ce phénomène commence à se manifester, que l'amidon qui se produit

à la lumière disparaît dans l'obscurité pour reparaître de nouveau sous l'influence de la lumière. Depuis, M. Famintzin a mis en évidence l'action de la lumière sur la formation de l'amidon dans la chlorophylle en étudiant ce phénomène sur une Algue du genre *Spirogyra* qu'il exposait à la lumière continue d'une lampe, après l'avoir préalablement dépouillée d'amidon par un séjour suffisamment prolongé dans l'obscurité. Il a montré que, dans ces conditions, non-seulement il se reforme de l'amidon comme dans la plante normalement exposée au jour, mais que, l'éclairage continuant, la formation de la fécule continue aussi, et que la plante finit par en contenir des amas bien plus considérables que dans l'état habituel. En outre, M. Famintzin a voulu étudier l'action de la lumière colorée sur la formation de l'amidon, et pour ses recherches il a employé des écrans jaune-orangé de bichromate de potasse et des écrans bleus formés par une solution ammoniaco-cuprique. Comme tous les autres observateurs, M. Famintzin n'a pas songé à attribuer une influence à la différence d'éclat de la lumière qui passe à travers l'écran jaune et qui est très-vive, et de celle qui traverse l'écran bleu et qui est, au contraire, très-sombre. Sous l'action de la lumière jaune, il a vu de l'amidon se produire; sous l'action de la lumière bleue, il n'en a pas obtenu : il en conclut que « la formation de l'amidon est déter-
» minée seulement par la lumière jaune; dans la lumière bleue, au con-
» traire, comme dans l'obscurité, l'amidon ne se forme pas, et, s'il existe,
» il disparaît peu à peu. » (*Ann. Sc. nat.*, série 5, t. VII, p. 177.)

» J'ai repris cette expérience, et, comme M. Famintzin, j'y ai employé une Algue du genre *Spirogyra* qui est particulièrement convenable pour la recherche de l'amidon qui se produit dans la chlorophylle. Le but que je me suis proposé a été de vérifier si le résultat négatif obtenu par l'habile physiologiste russe était bien dû à la nature de la lumière employée et non à l'absence d'un éclairage suffisant. En effet, quand on place devant une forte lampe un écran bleu qui ne laisse passer que le violet, le bleu et à peine un peu de vert, on voit que la lumière qui le traverse est si faible qu'on ne saurait être surpris qu'elle ne produise pas d'effets appréciables. J'ai donc dû chercher à fournir à la plante une plus grande quantité de lumière bleue, et pour cela je l'ai exposée derrière un écran bleu à la lumière directe du soleil, n'employant la lumière d'une très-forte lampe que lorsque le soleil me faisait défaut.

» Une expérience n'ayant de valeur qu'en raison des conditions dans lesquelles elle est faite, je dois préciser en quelques mots de quelle façon j'ai opéré.

» Je remplis d'eau un très-petit flacon, puis j'y mets la plante après m'être assuré qu'elle a perdu tout son amidon par un séjour suffisamment prolongé dans l'obscurité. Pour cela, non-seulement je l'examine au microscope dans toute son étendue, mais encore j'en soumets un petit fragment à l'action de l'iode, de façon à être parfaitement assuré qu'au commencement de l'expérience elle est bien absolument dépourvue d'amidon. Je bouche très-exactement le petit flacon qui contient la plante; puis je le plonge dans un bocal rempli d'une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, et je le fixe dans l'axe de ce bocal de façon qu'il y ait autour de lui, de tous côtés, une couche d'égale épaisseur de liqueur bleue.

» J'examine au spectroscope la nature de la lumière qui traverse un pareil écran. Dans les expériences que j'ai faites il ne passait que fort peu de lumière au delà de la ligne F; à peine au quart de la distance F à E l'absorption était complète. La lumière employée ne contenait donc que les rayons violets, les rayons bleus et quelques rayons verts.

» L'appareil ainsi monté était exposé à la lumière d'une forte lampe à pétrole concentrée par une grande lentille quand le soleil ne se montrait pas, et à sa lumière directe tout le temps qu'il brillait. Dans la première de mes expériences, mon appareil a reçu la lumière du soleil pendant une journée, dans la seconde pendant deux journées d'une façon assez continue, depuis 9 heures du matin jusqu'à 3 heures du soir. La première expérience a duré une nuit et un jour, la seconde trois nuits et deux jours. Dans l'une et dans l'autre, mais dans la seconde surtout, j'ai pu constater clairement la formation dans la chlorophylle du *Spirogyra* de petits grains d'amidon que l'iode colorait en violet foncé. Or, dans les conditions que j'ai rapportées et dans lesquelles les deux expériences ont été faites, il est incontestable que la lumière que recevait la plante ne contenait pas trace de rayons jaunes; elle n'en a pas moins produit de la fécule. On en peut donc conclure, contrairement à l'assertion de M. Famintzin, que la formation de l'amidon n'est pas causée uniquement par la lumière jaune, et que la lumière la plus réfrangible (rayons bleus et violets) peut aussi, quand elle a un éclat suffisant, en déterminer la production. »

ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE. — *Sur le placenta central libre des Primulacées.* Note de **M. Ch. Cave**, présentée par M. Duchartre.

« Les auteurs qui ont démontré la nature axile du placenta central libre ont emprunté leurs arguments à l'organographie, à la tératologie et à l'ana-

tomie. Il me semble qu'aux preuves données jusqu'ici, on peut en ajouter une autre tirée du mode d'accroissement transversal de l'organe qui nous occupe.

» Dans un précédent travail (1), j'ai montré que la position occupée par la zone génératrice permet de distinguer les tiges et les feuilles. Dans les appendices, qu'elle qu'en soit la forme, cette couche est à l'intérieur de la zone fibrovasculaire.

» L'inverse a lieu dans la tige. Or, si l'on examine le placenta des Primulacées, on s'aperçoit que les parties de formation récente sont en dehors de l'étui médullaire. Donc ce placenta est un prolongement de la tige.

» Tel est mon raisonnement réduit à ses termes essentiels. Mais il n'est pas inutile de le compléter par quelques explications.

» Quand l'organe en question est tout jeune, il est, comme de raison, constitué exclusivement par du tissu cellulaire. Des trachées y apparaissent bientôt, rangées circulairement autour d'une moelle centrale. En dehors, nous trouvons la couche génératrice et un système cortical assez homogène, dans lequel l'épiderme seul se distingue nettement du tissu sous-jacent.

» A mesure que le placenta se développe, les trachées centrales sont éloignées de la surface par l'apparition des parties nouvelles. Celles-ci, en effet, se surajoutent par le dehors aux éléments fibrovasculaires persistants.

» A certains endroits se détachent des faisceaux primitifs des branches qui se dirigent vers les ovules. Il est facile de voir que les divers organes élémentaires qui constituent ces branches divergentes sont d'autant plus jeunes qu'ils sont plus extérieurs. Les trachées voisines de la surface sont à peine formées, alors que les plus intérieures sont grandes et ont leur fil spiral nettement constitué. En un mot, la formation des faisceaux marche du centre à la circonférence. Nous avons prouvé que, dans un appendice, les nervures rayonnantes, lorsqu'elles existent, se développent en sens inverse. Cet ordre d'évolution se suit jusqu'aux ovules. Ces derniers ne sont donc pas produits par des feuilles émanant de l'axe, mais naissent directement de celui-ci.

» On peut, à mon sens, déduire de ce qui précède quelques principes généraux que je désire mettre en lumière. Dès que les trachées ont pris naissance dans un organe, la question de sa nature réelle est résolue. La

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, Botanique, 5e série, t. X.

partie active de la zone génératrice est-elle en dehors de la couche formée par les trachées? L'organe est une tige. Voyons-nous, au contraire, les parties nouvelles se former au dedans de la couche trachéenne? Nous avons sous les yeux une feuille normale ou modifiée.

» Il resterait à savoir en quel endroit s'établit le passage entre ces deux dispositions, quand une feuille naît sur une tige. C'est ce que je me propose d'examiner bientôt. J'aurai l'honneur de soumettre le résultat de mes recherches au jugement de l'Académie. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la texture et les caractères différentiels du poumon chez les Oiseaux*. Deuxième Note de **M. Campana**, présentée par M. Cl. Bernard.

« La précédente Communication a fait connaître suivant quel type spécial étaient disposées les grosses bronches des Oiseaux : j'ai dit qu'elles formaient divers groupes de spires, toutes en communication, par les extrémités, avec la bronche primaire. Pour donner une notion complète de la constitution du poumon, je parlerai sommairement aujourd'hui : 1° de l'ensemble des communications interbronchiques; 2° de l'insertion des réceptacles pneumatiques sur le poumon; 3° de la structure du parenchyme.

» Il y a quatre moyens de communication interbronchique. Le plus général de tous est réalisé par la bronche primaire, puisqu'elle est le point de départ et l'aboutissant de toutes les spires. Le deuxième consiste en un fin réseau de tertiaires, superficiellement placé vers le centre de la face costale du poumon : par la périphérie, il s'ouvre dans les trois groupes du système des secondaires dorsales; par le centre et la face profonde, il communique de nouveau avec les secondaires dorsales, et, de plus, avec la bronche primaire; contre toute attente, on ne trouve aucune anastomose directe entre les secondaires, ni entre celles-ci et la primaire. Le troisième moyen de communication concerne les tertiaires de chaque groupe de circuits, lesquelles sont reliées ensemble par la communauté de leurs deux secondaires, ventrale et dorsale. Enfin le quatrième moyen, le seul dont on se fût préoccupé jusqu'à présent, est destiné à raccorder la totalité des tertiaires; nous avons affaire ici à de véritables bronches anastomotiques, fort courtes, allant transversalement d'une tertiaire à l'autre, et présentant très-exactement elles-mêmes le calibre et la structure des tertiaires qu'elles unissent. L'ensemble des tertiaires proprement dites et anastomotiques affecte une disposition très-comparable à celle d'un réseau capillaire sanguin, avec cette

restriction que les canaux bronchiques ont environ 1 millimètre de diamètre, et qu'étant très-rapprochés les uns des autres, ils forment des mailles d'une remarquable étroitesse. Je ne puis pas entrer dans les détails de ces réseaux bronchiques; néanmoins, on me permettra de signaler que généralement les tertiaires anastomotiques se suivent l'une l'autre, parallèlement à la circonférence du poumon, et que, envisagées dans leur suite, elles figurent des courbes régulières, qui joignent, comme par un lien continu, un plus ou moins grand nombre de tertiaires proprement dites. J'ajouterai que les deux réceptacles pneumatiques les plus élevés, étant impairs et médians, établissent une communication d'un ordre à part entre les deux poumons.

» Les sacs membraneux, remplis d'air, que l'on observe chez les Oiseaux, s'insèrent au poumon par une extrémité rétrécie en *infundibulum*. Sur le poulet, par exemple, chaque poumon porte sept *infundibula*. Il y en a un pour chaque département pulmonaire, et il s'implante tour à tour sur les trois parties de la spire bronchique. Ainsi deux *infundibula* appartiennent au système des secondaires ventrales et à l'ensemble des circuits situés au côté interne de l'organe : ils s'insèrent tout près du hile, c'est-à-dire du point d'accès et d'issue de l'air. Deux autres de ces *infundibula* desservent les secondaires dorsales du côté externe et les circuits correspondants; ils reçoivent aussi la terminaison de la bronche primaire. Enfin les trois derniers sont insérés sur les bronches tertiaires et sont particulièrement destinés aux circuits supérieurs-externes et inférieurs-externes.

» J'arrive maintenant à la structure intime du poumon, et, pour plus de brièveté, je me borne à l'examen des voies ultimes suivies par l'air au sein du parenchyme. Néanmoins je dois dire que, par sa constitution histologique, la bronche primaire apparaît comme très-distincte de toutes les autres voies bronchiques; celles-ci, que j'ai distinguées en secondaires et tertiaires, ne sont, à rigoureusement parler, qu'une seule et même catégorie de tubes, rétrécis chacun dans sa partie moyenne. Le siége du parenchyme est précisément la portion rétrécie de ces tubes; le tissu respirateur est disposé, comme un manchon, autour de chaque tertiaire, et, parvenu au contact des secondaires, il s'atténue et s'épuise promptement. Tout le monde connaît l'aspect si élégant de la surface interne des tertiaires; mais à quelles particularités de structure est-il dû? En 1849, dans un travail de beaucoup de mérite, et qui a suscité bien des recherches sur la structure fine du poumon, Rainey a expliqué l'existence du réseau à mailles hexagonales qui semble constituer l'entière paroi des tertiaires, en disant que chaque maille correspond à une *perforation* véritable de la paroi; il

soutenait explicitement que l'air, en dépassant les tertiaires, pénétrait dans des voies dépourvues de toute membrane propre et circonscrites par les réseaux capillaires sanguins. Une étude suffisante de l'organe m'a démontré l'erreur de cette doctrine, doctrine plusieurs fois contestée, mais non réfutée jusqu'à présent. Les mailles, ou plutôt les aréoles, qui se voient à la face interne des tertiaires, et qui, en se dégradant, parviennent plus ou moins loin jusque dans les secondaires, résultent d'un véritable réseau fibro-musculaire, distinct de la véritable paroi bronchique, qu'il se borne à entourer; celle-ci est *imperforée*, à prendre ce mot dans le sens que lui donne Rainey, mais elle se déprime en une aréole au niveau de chaque maille du réseau musculaire extérieurement placé par rapport à elle. Au fond de l'aréole, on découvre, au moyen d'une simple loupe, un groupe de trois à quatre pertuis, mesurant chacun $\frac{1}{20}$ de millimètre environ, véritables orifices d'entrée des bronches parenchymateuses, ou, si l'on veut, quaternaires. Elles sont en continuité de paroi avec les tertiaires, et, par suite, ne méritent aucunement le nom de *passages intercellulaires* que leur avait donné l'observateur anglais, dans la persuasion qu'elles étaient de purs espaces creusés au sein d'un tissu étranger aux bronches.

» Il est connu que, chez les Mammifères, les parois adossées de deux cellules pulmonaires renferment entre elles plusieurs mailles de capillaires sanguins. Chez les Oiseaux, au contraire, il a été très-bien vu, par Rainey, que chaque maille vasculaire demeure découverte, perméable, et que s'il existe une cellule terminale, elle doit être circonscrite par cette maille. Mais je me suis convaincu de la non-existence des cellules pulmonaires chez les Oiseaux. Le parenchyme est exclusivement composé de *capillaires bronchiques* très-fins, qui affectent exactement la disposition d'un réseau capillaire sanguin. Les bronches quaternaires, parallèles, rectilignes, normalement implantées sur la tertiaire, comme les filaments du velours, représentent les gros capillaires afférents et efférents; entre chaque paire d'entre eux, s'étendent quelques capillaires moyens, et surtout les capillaires ultimes qui s'anastomosent entre eux de manière à produire de trois à cinq rangées de mailles. Les bronches ultimes ne mesurent que 0,012 de millimètre, et ce chiffre, obtenu par moi, s'est trouvé concorder avec celui que Schrœder van der Kolk assigne aux plus fines mailles pulmonaires. Si Rainey indique pour ses prétendues cellules pulmonaires une dimension cinq fois plus petite, l'erreur s'explique par la nature des préparations sur lesquelles la mensuration a été faite, et qui provenaient, je n'en doute pas, de pièces dont le système sanguin avait seul été injecté : j'ai vérifié que, dans ce cas, le diamètre des

bronches ultimes se réduit exactement à la grandeur indiquée par l'anatomiste anglais.

» Chez les Oiseaux, tout à fait de même que chez les Mammifères, l'air parvenu dans le parenchyme se trouve séparé de la paroi des capillaires sanguins par une membrane distincte, visible malgré sa ténuité, laquelle se continue sans interruption avec les grosses bronches; sur de bonnes coupes, on peut constater que la maille vasculaire est limitée, à l'intérieur, par un contour anguleux, par une ligne polygonale; tandis que la bronche ultime qui s'y trouve contenue forme une circonférence parfaite, toujours de même diamètre, et résultant de la section d'une membrane plus épaisse et plus réfringente que celle des capillaires sanguins. La paroi de la bronche ultime est formée d'une seule couche de tissu, elle n'a pas de revêtement épithélial; la cavité est tellement exiguë, qu'elle ne saurait contenir, non pas deux cellules épithéliales de front, mais pas même deux noyaux des cellules vibratiles de la trachée. Le caractère spécifique de la bronche ultime, chez les Oiseaux, est le défaut de terminaison, et la continuité en un réseau qui est la contre-épreuve exacte du réseau capillaire sanguin, tout capillaire pneumatique traversant une maille de capillaires sanguins, et réciproquement.

» De l'ensemble des faits consignés dans cette Communication et la précédente, se dégage nettement l'idée que la texture du poumon de l'Oiseau est *irréductible* à celle du poumon des Mammifères et des Reptiles. Mais c'est là une proposition dont les conséquences sont trop importantes pour qu'il soit possible de l'admettre sans aucune réserve dès aujourd'hui. Pour être absolue, cette irréductibilité, que je crois incontestable pour l'âge adulte, devra *se retrouver dans l'âge embryonnaire.* J'accepte cette condition, qui est conforme au véritable esprit des doctrines d'E. Geoffroy Saint-Hilaire, et j'espère que par mes propres recherches, ou par celles d'autres embryologistes, l'Académie recevra de promptes informations à ce sujet, qui intéresse directement la doctrine des *transformistes* et le principe d'*unité de composition*. Je ferai encore remarquer, en terminant, que la marche de l'air ne saurait être la même dans le poumon des Mammifères et dans celui des Oiseaux : la nécessité d'un mouvement exclusif de *flux* et de *reflux* de l'air n'existe pas pour le dernier; il réunit, au contraire, toutes les dispositions anatomiques propres à l'établissement de certains mouvements de locomotion spéciale de l'air, surtout lorsqu'on envisage les réceptacles pneumatiques comme partie intégrante de l'appareil respiratoire; d'où l'on présume la faculté, pour l'Oiseau, de n'admettre dans ses bronches, la pri-

maire et quelques secondaires exceptées, que de l'air pur, ou mélangé seulement, dans des proportions convenables et variables à volonté, d'air déjà respiré. »

PATHOLOGIE. — *Sur la pathogénie de la stéatose viscérale dans l'intoxication phosphorée.* Note de **MM. J. Parrot** et **L. Dusart**, présentée par M. Stan. Laugier.

« Dans le cours d'expériences sur l'infiltration graisseuse des éléments actifs des viscères, tant à l'état physiologique que dans les maladies, nous avons été amenés à étudier l'action du phosphore sur la production de ce phénomène. Les résultats auxquels nous sommes arrivés et les conséquences pathogéniques qui en découlent s'éloignent tellement des idées émises par les expérimentateurs qui ont étudié le plus récemment cette question, que nous demandons à l'Académie la permission de lui présenter une analyse succincte de cette partie de notre travail.

» Les propriétés chimiques du phosphore, sa puissante affinité pour l'oxygène ont naturellement servi de point de départ, lorsqu'on a cherché à interpréter son action sur l'économie animale. C'est ainsi qu'on l'a accusé tour à tour d'enlever leur oxygène aux globules du sang, de détruire chimiquement certains tissus, enfin d'altérer les liquides les plus essentiels de l'économie par un produit de son oxydation, l'acide phosphorique.

» Nous rejetons ces diverses explications, parce qu'elles sont en désaccord avec ce que nous ont appris nos expériences. Celles-ci montrent, en effet, que la dose toxique de phosphore peut être réduite à une quantité si faible, qu'il est impossible d'attribuer les troubles considérables subis par l'organisme à la soustraction de l'oxygène des globules ou à la genèse d'une certaine quantité d'acide phosphorique.

» Le fait suivant, pris entre beaucoup d'autres, ne laisse aucun doute à cet égard. Un lapin, du poids de $2^{kg},500$, reçoit, le 19 novembre 1868, à 3 heures, une pilule contenant $0^{gr},015$ de phosphore, préalablement dissous dans du sulfure de carbone, et aggloméré par une poudre inerte. Le 20, il prend peu de nourriture et reste immobile, sans que sa température soit modifiée. Le 21, il ne mange plus. Le 22, il a sa température initiale et rend une petite quantité d'urines très-acides. Il meurt le 23, à 8 heures du matin, ayant perdu 250 grammes. L'autopsie ne révèle aucune lésion viscérale.

» En admettant que les 15 milligrammes de phosphore qui ont tué ce

lapin se soient transformés en acide phosphorique, ils ont dû absorber 18 milligrammes d'oxygène, qui, en volume, représentent 12 centimètres cubes, quantité excessivement faible par rapport à celle que l'animal a absorbée pendant les vingt-neuf heures qu'il a survécu à l'ingestion du poison, et représentant environ celle qui est introduite pendant une minute par le jeu normal de la respiration. Ajoutons que l'acide phosphorique ainsi formé suffirait à peine à modifier sensiblement l'acidité du suc gastrique.

» Pour se rendre compte de l'action toxique du phosphore, il faut distinguer le cas où la mort survient rapidement, de celui où l'empoisonnement se produit d'une manière lente.

» Dans le premier, ce sont les troubles gastriques et respiratoires qui dominent. Les animaux ne digèrent pas les aliments ingérés, ou vomissent abondamment et succombent en proie à une dyspnée excessive. L'absence de toute lésion fait alors naturellement songer à l'intervention du nerf vague, et à une action puissante du poison sur les centres nerveux.

» Lorsque la mort survient lentement, qu'il s'agisse de l'homme ou d'animaux mis en expérience, l'examen des viscères y révèle le plus souvent une infiltration graisseuse de leurs éléments actifs. Cette *stéatose* ne doit pas être confondue, comme on le fait généralement aujourd'hui, à tort, suivant nous, avec la *régression graisseuse*.

» Le premier de ces deux termes, en effet, doit désigner l'état des organes dans lequel leurs éléments, en plus ou moins grand nombre, s'approprient, sous forme de granulations, la graisse que charrie le sang, et cela tout aussi bien à l'état physiologique que sous l'influence d'une maladie ; tandis que la régression graisseuse est caractérisée par la transformation sur place des tissus, tranformation que l'on ne peut expliquer, dans l'état actuel de la science, que par une combustion incomplète des éléments qui les constituent. Il se fait là une véritable nécrobiose, un travail à évolution lente, par lequel la presque totalité de la partie affectée disparaît, en ne laissant, comme expression dernière, qu'une faible quantité de matière grasse. Cette métamorphose est d'une nature identique à celle qui a été invoquée par Fourcroy, pour expliquer la formation du gras de cadavre qu'il observait au cimetière des Innocents.

» Ceci posé, il est aisé de prouver que les lésions produites par le phosphore doivent être rapportées à la stéatose et non à la régression graisseuse. Et d'abord, la graisse apparaît parfois avec une rapidité telle, qu'il est impossible de l'attribuer à une oxydation moléculaire des tissus. De plus, et c'est là un point bien digne d'attention, ce travail ré-

gressif amoindrit considérablement la partie qui en est frappée, puisque 100 parties de muscle, par exemple, ne donnent que 4 ou 5 parties de matière grasse; or, les nécropsies humaines ou expérimentales apprennent que, dans l'immense majorité des cas, le foie, qui de tous les viscères est le plus fréquemment et le plus profondément atteint, présente un volume qui dépasse notablement la moyenne physiologique. Ses cellules, distendues par des gouttes huileuses, sont parfois déformées à ce point, qu'on ne distingue plus leurs parois. Et ce qui vient d'être dit du foie est également vrai pour les reins et le cœur lui-même. De nombreux examens nous ont appris, en effet, que les tubules dont l'épithélium est infiltré de graisse, et que les faisceaux primitifs granulo-graisseux sont plus volumineux que ceux qui sont restés sains.

» Puisque, dans l'intoxication phosphorée, la graisse n'est pas produite sur place, d'où vient-elle?

» Les aliments, dont la quantité est toujours considérablement amoindrie chez les intoxiqués, n'en introduisent qu'une quantité insignifiante, et qui reste au-dessous de la consommation qu'en fait l'organisme; elle est donc prise dans les réserves, qui normalement existent sous la peau et autour de certains organes. Mais pourquoi quitte-t-elle son siége physiologique, pour aller se condenser dans certains viscères?

» A cette question on peut répondre : que ce qui règle la dépense d'un organe et l'apport des éléments combustibles qu'il reçoit, c'est la quantité de son travail, qui se traduit par une production de chaleur; que l'activité du foie est incontestable, comme le prouvent la multiplicité de ses fonctions et la température élevée du sang qui en émerge; que celle des reins et du cœur est tout aussi réelle; que, partant, ces viscères appellent à eux les éléments combustibles dont la dénutrition charge le sang; et comme la graisse est celui qui résiste le plus à l'oxydation, c'est elle que l'on trouve accumulée dans les viscères, lorsque la mort surprend l'organisme non encore épuisé. Mais si l'action du poison est suffisamment lente, on voit non-seulement disparaître la graisse physiologique, mais aussi celle qui est amassée dans les cellules du foie et des reins et dans les faisceaux charnus du cœur.

» Et ce n'est pas là une vue purement théorique : nous avons observé cette disparition complète de la graisse chez des cobayes ayant résisté plusieurs semaines à l'action du phosphore. De plus, chez les animaux naturellement maigres, et dont les aliments ne contiennent qu'une quantité insignifiante de graisse, le toxique ne détermine, à aucune pé-

riode, la stéatose des viscères. C'est ainsi qu'après avoir déterminé, par des dosages successifs, que la graisse physiologique du foie, chez le lapin, animal naturellement maigre, est de 9 pour 100, nous avons constaté que ce même chiffre était fourni par l'analyse des foies de lapins qui avaient succombé à l'intoxication phosphorée.

» Ainsi donc, le phosphore ne transforme pas les tissus en matière grasse; il ne fait pas la graisse, il détermine seulement le déplacement de celle qu'il trouve dans l'organisme. Il détermine la stéatose viscérale, non par une action chimique, mais en vertu d'une propriété dont la nature nous est encore inconnue. »

TOXICOLOGIE. — *Sur l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique et les cyanures; par* M. **Bonjean**.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

L'auteur s'est livré à des expériences sur des animaux empoisonnés par l'acide cyanhydrique ou les cyanures, et il a soumis leurs restes à l'analyse chimique. Voici ses conclusions :

« 1° Les douze animaux que j'ai empoisonnés avec de l'acide prussique ou du cyanure de potassium ont, sauf de légères différences, présenté les mêmes symptômes avant et après la mort.

» 2° L'action de ces poisons, une fois déclarée, a persisté jusqu'à la mort.

» 3° Les animaux ont *toujours* été rappelés à la vie dès qu'il y a eu une fois rémission dans les symptômes.

» 4° La rigidité cadavérique a toujours commencé environ deux heures après la mort, mais la chaleur s'est toujours prolongée au delà de ce terme, et a duré quelquefois jusqu'à huit heures. Ainsi, les corps restent chauds longtemps après que la raideur s'est établie.

» 5° La putréfaction ne paraît pas être retardée dans ce genre d'empoisonnement.

» 6° De l'acide prussique médicinal exposé pendant quatorze mois sur une fenêtre, dans un flacon de verre blanc bouché avec du liége, a perdu une partie de ses propriétés toxiques, mais il a conservé encore après ce laps de temps une certaine énergie. Un autre échantillon du même acide a conservé toute sa force après une exposition d'un an dans un flacon tenu à l'abri de l'air et de la lumière.

» 7° L'acide prussique et le cyanure de potassium disparaissent complé-

tement sous l'influence de la putréfaction; il n'est plus possible d'en retrouver des traces après un mois d'inhumation, lors même qu'on a fait prendre aux animaux *beaucoup* plus de ces poisons qu'il n'en eût fallu pour occasionner leur mort. Ce résultat s'explique facilement par la grande tendance de ces corps à se changer en carbonates d'ammoniaque et de potasse, et en acide formique, surtout sous l'influence de la fermentation putride.

» 8° Il est difficile de constater d'une manière *certaine*, telle que la justice a le droit de l'exiger, et quand même l'analyse en serait faite *peu de temps après la mort*, la présence de l'acide prussique ou du cyanure de potassium chez des animaux qui n'ont pris, de ces poisons, que juste la dose nécessaire pour succomber.

» 9° On ne saurait se refuser à admettere que l'acide prussique peut et doit se retrouver parfois parmi les nombreux produits auxquels donne lieu la fermentation putride.

» 10° Les matières animales distillées avec de l'eau, à une chaleur modérée de 100 à 120 degrés, peuvent quelquefois fournir à l'analyse les réactions *caractéristiques* de l'acide prussique.

» On voit ainsi combien l'expert doit être circonspect en pareille matière, où l'on peut obtenir des traces non équivoques d'acide prussique ou au moins d'un cyanure, là où une main criminelle ne s'est point glissée, tandis que le poison ne peut pas toujours être retrouvé chez des sujets qui ont réellement succombé à son action.

» Dans ce dernier cas, heureusement, les symptômes qui ont précédé la mort et les résultats de l'autopsie viennent en aide aux magistrats pour former leur conviction. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la reproduction et la réunion des tendons divisés.* Note de **M. Demarquay**, présentée par M. J. Cloquet.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résumé de la première partie de mes recherches sur la régénération des tissus. Dans cette première partie, je m'occupe surtout de la régénération des tendons et de leur réunion à l'aide de la suture.

» La régénération des tendons a occupé un grand nombre de chirurgiens, parmi lesquels je citerai Hunter, Stromeyer, J. Guérin, Bouvier et Jobert. Il résulte de mes recherches que ni le sang, ni la lymphe plastique, ni le blastème, successivement invoqués comme éléments de réparation, ne jouent le rôle qui leur a été attribué. J'ai cherché à démontrer, dans les recherches dont nos dessins donnent une idée exacte :

» 1° Que le tendon se régénère par la prolifération des éléments qui se trouvent à la surface interne de la gaîne du tendon coupé, et dont les deux bouts se sont rétractés;

» 2° Que la portion externe de la gaîne reste parfaitement indifférente au phénomène, si ce n'est que les vaisseaux qu'elle supporte deviennent plus volumineux et plus nombreux;

» 3° Que la prolifération qui se fait à la surface interne de la gaîne a lieu aux dépens des éléments celluleux de celle-ci, lesquels viennent, au bout de huit à dix jours, se confondre avec les éléments celluleux qui naissent de l'extrémité du tendon divisé;

» 4° Que la régénération du tendon est d'antant plus rapide que la gaîne du tendon coupé est plus vasculaire : en effet, tandis que le tendon d'Achille est réparé du vingtième au vingt-cinquième jour, le tendon rotulien demande un temps plus considérable;

» 5° Que le phénomène qui amène la reproduction du tendon est, en tout point, conforme à ce qui se passe dans la reproduction de l'os par le périoste, phénomène si bien étudié par MM. Flourens, Ollier et Sédillot;

» 6° Les faits que j'avance ont été vus par MM. Cloquet et Hip. Larrey, qui ont bien voulu assister à plusieurs de mes expériences : les études histologiques auxquelles je me suis livré ont confirmé mes expériences physiologiques; de plus, on trouvera, dans mon Mémoire, des faits d'anatomie pathologique recueillis sur l'homme, confirmant les faits énoncés plus haut;

» 7° Dans ce même Mémoire, j'ai étudié cliniquement et expérimentalement le fait si souvent débattu de la réunion des tendons à l'aide de la suture; il résulte, de mes recherches faites sur l'homme et les animaux, que la réunion des tendons sectionnés, à l'aide de la suture, ne peut donner un résultat satisfaisant : 1° que lorsque la suture est faite au moyen d'aiguilles très-minces et de fils très-fins; 2° que la réunion a lieu au moyen de la prolifération des éléments celluleux de la gaîne et du tendon lui-même, etc.; 3° que, vu le peu de vascularité du tendon, il faut un temps assez long pour obtenir cette réunion. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Pluie de sable arrivée en Italie, du 13 au 14 février 1870.* Note du **P. Denza**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le 13 février, un vent impétueux de sud-est souffla dans l'Adriatique et sévit avec une force extraordinaire à Palerme et à Civita-Vecchia. Il fut suivi d'une pluie abondante dans les régions méridionales de l'Italie, et d'une grande quantité de neige dans ses régions septentrionales.

» Or, en certaines localités, la neige, aussi bien que la pluie, fut accompagnée d'un sable très-fin, qui fut recueilli, dans le sud : à Rome et à Subiaco; dans le nord : à Gênes, à Moncalieri et à Mondovi.

» Dans les trois premières stations, la chute du sable fut plus abondante : elle commença dans l'après-midi du 13 et continua même durant la nuit, toujours accompagnée de la pluie d'eau, tandis qu'à Moncalieri et à Mondovi elle fut amenée avec la neige et ne tomba qu'environ une demi-heure, vers 3 heures après midi.

» L'atmosphère avait, en ce moment, une couleur jaunâtre, qui se reflétait même sur les édifices, et la neige, qui tombait déjà depuis quelque temps, avait la même couleur; tandis que l'autre neige, qui la précéda et la suivit, avait, comme de coutume, la couleur blanche. La neige tombée à Moncalieri le 13 et le 14 avait une épaisseur de 9 centimètres; à Mondovi, elle en comptait 10; mais la couche de neige jaunâtre était très-mince.

» Il importe de remarquer que, le 13, l'appareil de déclinaison était agité à Moncalieri; l'électromètre donnait des signes d'une grande quantité d'électricité dans l'atmosphère. A Mondovi, au temps même où tombait la neige jaune, on vit un éclair et l'on entendit en haut un coup de tonnerre : chose qui n'arrive pas ordinairement en pareille saison.

» La neige jaune recueillie à Moncalieri et à Mondovi fut mise dans des récipients exprès; elle y laissa un dépôt de poussière rougeâtre. Je la trouvai identique à celle qui fut recueillie à Gênes, et dont on avait bien voulu m'envoyer un essai.

» Cette poussière fut soumise à une analyse chimique par le Dr Castellucci, professeur de Chimie à l'Institut royal technique de Gênes. On trouva qu'elle était composée de terreau et de substances organiques animales.

» Ces pluies de sable et de neige rouge ne sont point un fait nouveau; car, sans remonter bien haut et sans parler des exemples nombreux cités par Arago, Kaëmtz et autres, je fais remarquer seulement que, depuis 1862, il y en a eu tous les ans, sauf l'année 1868.

» Le 7 *février* 1863, une pluie de sable sec et presque impalpable tomba dans les îles Canaries, laquelle couvrit le pic de Ténériffe, ainsi que les vaisseaux qui étaient mouillés devant Ténériffe, Palma et l'île de Fer.

» Du 20 au 21 février 1864, après un vent furieux du sud, il tomba à Rome une pluie qui laissa les toits d'ardoise et de plomb couverts d'un sable très-fin d'une couleur jaune-rouge.

» En 1865, le matin du 15 mars, le bateau italien *Etna*, hivernant à

Tunis, se trouva couvert d'une poussière rougeâtre très-fine, qui, le même soir, tomba également à Rome.

» En 1866, la nuit du 1er mars, on vit tomber à Rome des gouttes de pluie chargée d'une poussière rougeâtre très-fine.

» En 1867, la nuit du 15 *janvier*, après un vent impétueux du sud, sur tout le versant septentrional des Alpes-Maritimes comprises entre Cuneo et le col de Garesio au-dessus d'Albenga, tomba une neige colorée en rouge clair par la poussière très-fine dont cette neige était chargée. Le même jour, il tomba de la neige également rouge à Tscappina en Suisse (Grisons).

» Enfin, l'an passé, le 10 mars, il tomba une pluie accompagnée de sable à Palerme, Naples, Rome et Subiaco; le 23 et le 24 du *même mois*, il en tomba de nouveau à Rome, Subiaco, Naples, Sora, dans les Calabres et sur les côtes méridionales de la Sicile.

» Il résulte de là que les pluies de sable et de neige rouge, à la suite des études plus soigneuses des météores, sont devenues un phénomène périodique.

» J'ai confronté le sable tombé le 14 février dernier avec celui qui fut recueilli à Mondovi en 1867, avec celui qui tomba l'an passé dans l'Italie méridionale, et qui me fut envoyé par le professeur Palmieri, de Naples : je n'y ai trouvé qu'une différence très-minime.

» D'autre part, les analyses, que fit le professeur Silvestri, de Catane, de la poussière tombée en 1869, démontrent qu'elle ne différait en rien du sable tombé plusieurs fois à Rome et aux environs, et jugé également de la même nature par le P. Secchi; qu'elle ne diffère pas non plus du sable qui tomba en 1865 dans les Canaries, et qui fut examiné par Daubrée.

» Il est donc démontré que tous ces sables doivent avoir une seule et même origine; les nombreuses recherches faites par le P. Secchi, par Daubrée, par Ehrenberg et autres ne nous permettent plus de douter qu'ils ne viennent des vastes déserts sablonneux de l'Afrique.

» Que ce soit là l'origine de ces phénomènes, les circonstances qui les accompagnent viennent l'attester. En effet, ces pluies de sable ont lieu presque constamment dans la saison la plus proche de l'équinoxe, où les tempêtes sont fréquentes, et dans les régions plus voisines des déserts de l'Afrique. En outre, la dernière pluie de cette année, ainsi que toutes les autres, sont précédées de vents impétueux du sud et accompagnées de violentes tempêtes venues de l'Afrique. Ce vent et ces tempêtes ne sont certainement pas rares dans ces chaudes régions. Souvent ils éclatent avec violence et engendrent des nuages si épais, qu'il est impossible de rien dis-

tinguer à quelques pas. Ces vents, secs dans le début, s'imbibent de vapeurs aqueuses sur les mers qu'ils traversent; arrivés sur le continent, ils déposent le tout, sous forme de pluie ou de neige, dans les vallées et sur les montagnes. Lorsqu'ils sont plus impétueux que de coutume, ils emportent avec eux les sables qu'ils ont enlevés, tous les animalcules qu'ils rencontrent en l'air ou qui se développent en chemin. C'est probablement à cette cause que l'on doit attribuer les infusoires trouvés dans la pluie de sable de l'an passé, et les substances animales découvertes cette année-ci. Les traces de chlorure de sodium découvertes dans ces mêmes sables ne sont peut-être que des parcelles de ce sel enlevées avec l'écume que ces vents furibonds arrachent aux vagues de la mer. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain de craie des Pyrénées françaises et des Corbières, et notamment sur la partie inférieure de cette formation (néocomien, aptien, albien).* Deuxième Note de **M. H. Magnan**, présentée par M. Daubrée. (Extrait.)

« J'ai fait voir en 1868 (1) que le terrain de craie du versant nord de la chaîne pyrénéenne se divisait en deux grands groupes bien distincts, *discordants* l'un par rapport à l'autre : le groupe de la *craie inférieure* (néocomien, aptien, albien); le groupe de la *craie moyenne* et *supérieure* (cénomanien, turonien, sénonien, garumnien ou danien). J'ai surtout montré qu'on pouvait différencier chacun des étages du groupe inférieur, quoiqu'ils eussent quelques fossiles communs.

» Deux coupes que j'ai relevées tout récemment, en venant corroborer mon opinion, m'ont fixé sur le véritable plan de séparation des terrains aptien et albien, et sur l'énorme puissance de ce dernier étage. Une troisième montre à quel point, dans la Haute-Garonne, les couches de la craie inférieure sont disloquées et faillées....

» La conclusion qu'il est permis de tirer de ces coupes et de celles que j'ai antérieurement publiées sur les Pyrénées est celle-ci :

» Les étages néocomien, aptien et albien ont chacun une lithologie et une faune particulière, quoique possédant quelques fossiles communs; ils sont recouverts en *discordance* par le cénomanien. Il devient donc impossible de réunir ces divers terrains dans un même groupe. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1209. — *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, t. XXV, p. 709.

M. **Milne Edwards** communique l'extrait suivant d'une Lettre, en date du 18 décembre, qui lui a été adressée de *Sse-Tchuan*, par M. l'abbé Armand David, correspondant du Muséum d'histoire naturelle :

« J'ai découvert récemment une nouvelle espèce de Crossoptilon, qui me paraît très-remarquable et qui pourra recevoir le nom de *Crossoptilon cærulescens*. Voici la diagnose de cette espèce :

» Mêmes dimensions et formes que le *Crossopt. auritum;* pieds rouges; bec rouge clair; marqué de brun vers le bout; iris noisette-roux; tête semblable à celle de l'espèce pékinoise, avec les plumes allongées des oreilles un peu plus développées; couleur générale du plumage d'un *ardoisé-foncé-bleuâtre,* uniforme et fort beau; seulement le bout des grandes pennes de la queue est noir et brillant, à reflets verts et violets; les trois ou quatre petites pennes latérales sont blanches dans leur première partie ou en entier, selon l'âge; les grandes pennes des ailes sont aussi olivâtres; et les plumes noires et veloutées du sommet de la tête sont séparées des plumes ardoisées du cou par une petite raie blanche. »

GÉOLOGIE. — *Note sur des stries observées sur des blocs de grès de Fontainebleau, de meulière de la Brie, de silex et de calcaire grossier engagés dans les diluviums des environs de Paris; par* **MM. A. Roujou** *et* **P.-A. Julien.**

MM. Roujou et Julien demandent l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par eux, et accepté par l'Académie le 20 septembre 1869.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Nous avons constaté, dans le courant du mois d'août 1869, sur des blocs de grès de Fontainebleau, de meulière de la Brie, de calcaire grossier, etc., des stries souvent fort nettes, et dont nous ne pouvons encore expliquer l'origine d'une manière positive.

» Nous avons rencontré ces blocs dans des sablières de la route de la Révolte, de l'avenue de Clichy et de la porte de Montreuil, près de Paris, et aussi dans les environs de Choisy-le-Roi et de Villeneuve-Saint-Georges.

» Les formations des localités qui viennent d'être citées, Montreuil excepté, appartiennent à la seconde phase de l'époque glaciaire : le dépôt de Montreuil est plus ancien et très-probablement interglaciaire.

» Parmi les stries, les unes sont parallèles, les autres affectent des directions différentes; leur profondeur et leur netteté paraissent varier avec la roche sur laquelle elles sont tracées. Sur les grès, où elles se montrent le plus souvent, elles paraissent plus larges et plus profondes que sur les autres substances; sur les meulières de la Brie, elles sont plus fines et plus

légères. Ces roches striées portent souvent des traces manifestes d'un frottement énergique, et leurs angles sont émoussés; d'autres fois, leurs contours anguleux et leur volume considérable excluent toute idée de roulement, et font immédiatement penser à un transport par les glaces.

» En résumé, sans vouloir encore nous prononcer d'une manière définitive sur ces stries, qui n'avaient pas été signalées dans les environs de Paris jusqu'à ce jour, nous ne serions pas éloignés de leur attribuer une origine glaciaire, et nous nous proposons de faire de nouvelles recherches pour vérifier cette hypothèse. »

« **M. Élie de Beaumont** dit, à cette occasion, qu'il serait heureux de voir qu'on ait fini par observer des sillons et des stries sur les roches des environs de Paris. Il en a cherché lui-même plus d'une fois, mais sans jamais en trouver dont les caractères lui aient paru incontestables. De leur présence bien constatée, il aurait cru pouvoir déduire un moyen de *réduction à l'absurde* applicable à la supposition que les sillons et les stries seraient TOUJOURS l'ouvrage des glaciers et un témoignage de leur ancienne existence. »

M. Thudichum adresse une Note, écrite en anglais, sur un acide qui existerait normalement dans l'urine, et qu'il nomme *acide kryptophanique*.

Après avoir décrit les moyens qu'il a mis en usage pour isoler l'acide kryptophanique, soit du résidu de l'évaporation de l'urine par la chaleur, soit de l'urine fraiche, l'auteur indique les propriétés chimiques de cet acide. Il est transparent, amorphe, gommeux, soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool et moins encore dans l'éther. Il donne, avec un grand nombre de sels, des précipités qu'on obtient facilement des sels neutres métalliques. Il se combine avec un grand nombre de bases pour former des kryptophanates, que l'auteur passe en revue et dont il donne les formules.

M. Jouglet adresse une Note concernant « l'action de l'ozone sur la nitroglycérine, la dynamite, et différents autres composés explosifs. »

D'après les expériences exécutées par l'auteur, la nitroglycérine ferait explosion dans un vase contenant de l'ozone; il en serait de même pour la dynamite, l'iodure d'azote, le chlorure d'azote, et quelques autres composés analogues. Les poudres au picrate de potasse se décomposeraient len-

tement dans les mêmes conditions; enfin la poudre ordinaire s'altèrerait notablement au bout de six semaines.

M. Sacc adresse une Note concernant la distillation de l'acide tartrique.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 mars 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut, 105e liv. Paris, 1870; in-4° texte et planches.

Mémoire pour servir de base à une nouvelle méthode de traitement de la goutte; par M. FONTAINE. Paris, 1869; in-8°.

Zymétologie pathologique. Le charbon, ou fermentation bactéridienne chez l'homme. Physiologie pathologique et thérapeutique rationnelle; par M. BRÉBANT. Paris, 1870. (2 exemplaires.)

Bulletin mensuel du Comice agricole de l'arrondissement de Reims, 5e année, nos 8 et 9. Reims, 1869; in-8°. (2 exemplaires.)

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par M. le Dr Brébant au concours des prix Montyon, Médecine et Chirurgie, 1870.)

Traité des fièvres intermittentes; par M. L. COLIN. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours des Prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 21 février 1870.)

Page 360, ligne 3, *au lieu de* 19 novembre, *lisez* 29 novembre.
Page 366, ligne 2, *au lieu de* cercles circulaires, *lisez* cylindres circulaires.
Page 366, ligne 18, *au lieu de* la forme, *lisez* la somme.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation photographique des passages de Vénus et sur un appareil de* M. Laussedat; *par* M. Faye.

« Au moment de partir pour un voyage de plusieurs mois qui ne me permettra pas de coopérer avec mes collègues aux préparatifs de l'observation du prochain passage de Vénus, je tiens à compléter les recherches que j'ai déjà publiées à ce sujet (1), et à soumettre à tous les astronomes l'opinion à laquelle je me suis arrêté sur l'emploi de la photographie que j'avais déjà proposé, il y a vingt ans, de substituer à la méthode de Halley. Je désire vivement que la Commission du passage de Vénus veuille bien accorder quelque attention à ces idées, lorsqu'elle aura à s'occuper des méthodes d'observation. Je donnerai aussi lecture d'une Lettre que M. le commandant Laussedat, dont l'Académie connaît la compétence en fait d'expéditions photographiques, a bien voulu m'adresser sur ce sujet.

» L'Académie se souviendra peut-être qu'après avoir discuté devant elle, l'an dernier, les observations originales du passage de 1769 par la méthode de Halley, j'ai été conduit à indiquer quelques moyens propres à atténuer

(1) *Sur les passages de Vénus* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 42 et 69). — *Examen critique des idées et des observations du P. Hell sur le passage de Vénus en* 1769 (même vol., p. 282).

les causes d'insuccès. D'un autre côté, deux astronomes de l'Observatoire ont présenté sur le même sujet d'excellentes suggestions. Les difficultés inhérentes à cette méthode n'ont pas préoccupé moins vivement les astronomes anglais et allemands. Toutes ces discussions, d'un intérêt actuel, ont naturellement été rendues publiques.

» Il est résulté pour moi, de ce débat européen, la crainte très-sérieuse que l'ancien mode d'observation proposé par Halley, et pratiqué en 1761 et 1769, ne soit pas aussi parfait en pratique qu'il paraissait l'être en théorie, et qu'il ne nous conduise pas au but en 1874, même en y employant des télescopes d'une grande perfection optique. En effet, dans ce mode qui réduit l'observation à celle des contacts internes des disques de Vénus et du Soleil, tout dépend de la possibilité de saisir, à l'entrée, l'instant de la formation d'un très-mince filet de lumière entre les deux contours, ou celui de sa rupture à la sortie. Or les ondulations de l'atmosphère affectent trop le bord du Soleil, lorsqu'il n'est pas très-élevé, pour laisser au phénomène sa netteté géométrique. M. Arago pensait qu'elles avaient pour effet de supprimer par moments des parties d'une étendue sensible sur le bord du disque solaire. On le voit du moins parcouru par un continuel mouvement vermiculaire, qui lui donne parfois, près de l'horizon, l'aspect dentelé d'une scie. On sent combien la moindre agitation peut retarder la perception d'un mince filet de lumière sur les bords; car ici on ne saurait compter, comme pour les détails permanents d'une figure, sur ces instants fugitifs de calme que les astronomes anglais appellent *a glimpse*, et que l'observateur attend avec patience dans les cas habituels. D'autre part, la fatigue de l'œil et l'éblouissement causé par la contemplation prolongée d'une grande surface très-lumineuse, la dilatation factice du disque solaire inhérente à toute image optique d'un vif éclat, les petits défauts de la lunette, de la mise au point, etc., se joignent à la cause précédente et achèvent de rendre le succès bien douteux. Les deux mémorables expériences faites en 1761 et 1769, et celles que nous devons à tous les passages de Mercure, justifient trop ces appréhensions pour qu'il soit permis de les négliger.

» Telles sont aussi, sans aucun doute, les raisons qui auront décidé les astronomes allemands à reléguer au second plan la méthode des contacts, pour mettre au premier un procédé plus sûr à leurs yeux. Une Commission composée de MM. Hansen, Argelander, Paschen, Bruhns, Förster, Auwers et Winnecke, à laquelle M. de Struve a été adjoint comme expert, a été convoquée l'an dernier, à Berlin, par la Chancellerie de la Confédération de

l'Allemagne du Nord, à l'effet d'aviser aux préparatifs des expéditions projetées pour le prochain passage de Vénus. Elle s'est prononcée à l'unanimité, dès sa première séance, pour un système de mesure bien connu et déjà pratiqué d'ailleurs, depuis longtemps, dans les passages de Mercure, lequel consiste à déterminer, à l'aide de l'héliomètre, non pas au bord du Soleil, mais sur le disque même de cet astre, les coordonnées relatives de Vénus, c'est-à-dire sa distance au centre du Soleil et son angle de position.

» Ne pouvant partager, je l'avoue, la grande confiance de nos collègues d'outre-Rhin dans cet emploi spécial de l'héliomètre de Fraunhofer, et persuadé aussi que l'usage des micromètres ordinaires serait encore plus pénible et moins sûr, j'estime que le seul mode qui présente des garanties complètes, c'est l'observation photographique, dont j'ai poursuivi depuis si longtemps l'introduction dans les mesures astronomiques. Ce genre d'observation supprime l'observateur, et avec lui l'anxiété, la fatigue, l'éblouissement, la précipitation, les erreurs de nos sens, en un mot l'intervention toujours suspecte de notre système nerveux. Il ne supprime pas les petits troubles d'origine atmosphérique, mais en permettant de multiplier indéfiniment les épreuves, il promet une compensation parfaite des écarts dus à cette cause. Il ne supprime pas les défauts de l'appareil optique, mais en ramenant les mesures géométriques à la détermination des centres des disques au moyen du contour entier de leurs circonférences, il fait disparaître la difficulté propre à la méthode de Halley, où tout dépend d'un imperceptible élément de contact entre ces bords, si différents par leurs modes propres de visibilité.

» Ainsi, avec la Commission de Berlin, je voudrais reléguer l'ancien procédé au second plan, mais, au lieu de le remplacer comme elle par les mesures héliométriques, où j'entrevois bien des difficultés, je propose de mettre au premier rang l'observation photographique de Vénus sur le Soleil (1), combinée avec l'enregistrement électrique de l'instant de la production des images, et avec la détermination de l'heure par l'observation photographique du Soleil au méridien (2). Ce serait la suppression complète de l'observateur.

» Heureusement tout le monde s'accorde enfin sur ce point, qu'il faut faire figurer la photographie parmi les procédés d'observation : mais chaque

(1) Y compris les contacts qui pourraient être photographiés à part.

(2) *Voir* ma Note sur l'état de la photographie astronomique en France (*Comptes rendus*, t. L, p. 965; 1860).

nation agira suivant son génie particulier dans la direction qu'il lui faudra imprimer à l'ensemble de ses entreprises. La visée principale des Anglais, c'est, je crois, de faire réussir une bonne fois la méthode des contacts, proposée par un de leurs plus célèbres compatriotes; celle des Allemands, c'est l'application de l'héliomètre de Fraunhofer, consacré, chez eux, par le souvenir des belles mesures de Bessel; la nôtre, à mon avis, devrait être l'application intégrale des méthodes originairement dues aux découvertes de Daguerre, d'Arago et d'Ampère. Nous verrons à quelle nation reviendra l'honneur d'avoir le mieux servi la science dans cette lutte généreuse.

» En dehors de toute préoccupation patriotique, ma confiance est fondée sur l'expérience que j'ai acquise il y a bien longtemps, dans les ateliers de M. Porro, en mesurant les magnifiques épreuves que nous avions obtenues (avec M. Quinet, pour la photographie, et MM. Baudoin et Digney frères, pour l'enregistrement électrique du temps), par l'emploi du collodion sec et au moyen d'une gigantesque lunette de 15 mètres de longueur focale. Les épreuves de l'éclipse de 1858, que j'ai eu l'honneur de présenter le jour même de l'éclipse à l'Académie, laissaient bien loin en arrière, malgré quelques défauts uniquement dus à l'exiguïté de nos moyens pécuniaires, tout ce qu'on m'a montré depuis en ce genre. Sur les clichés ainsi obtenus directement au foyer, *sans agrandissement ultérieur*, le diamètre du Soleil était de 15 centimètres et la seconde d'arc valait $\frac{15}{192}$ de millimètre; par suite, l'effet total dû à la parallaxe relative de Vénus en 1874 (au moins 40″) répondrait à un déplacement de 3 millimètres sur des épreuves pareilles obtenues en deux lieux bien choisis. Or quand bien même cette grandeur considérable serait mesurée grossièrement à l'aide d'une simple règle divisée, un double décimètre par exemple, et par simple estime à $\frac{1}{10}$ de millimètre près, ou à $\frac{1}{30}$ du tout, pour en déduire la parallaxe du Soleil, il faudrait encore diviser ces résultats par 5, et on voit qu'on obtiendrait finalement cette parallaxe à $\frac{1}{150}$ près. Mais en réalité on appliquera à ces épreuves des appareils micrométriques pareils à celui que M. Porro avait disposé pour moi, et l'on poussera beaucoup plus loin l'exactitude. Les épreuves elles-mêmes gagneront en précision si on les obtient à l'aide d'objectifs convenablement achromatisés par des procédés semblables à ceux de M. Rutherford, et parfaitement étudiés d'avance. Enfin on pourra multiplier presque indéfiniment ces épreuves et ces mesures pendant la longue durée du passage. J'ai voulu seulement montrer, par l'exemple de résultats acquis et d'expériences couronnées de succès, que la méthode photogra-

phique conduit aisément au but, au moyen de deux stations convenablement choisies, et ne le cède en aucune manière aux espérances qu'avait fait concevoir autrefois la méthode de Halley.

» Il y a plus, la méthode photographique n'exige nullement dans la pratique, comme celle de Halley, la combinaison de deux stations. J'ai remarqué qu'il suffirait de se placer, avec un héliomètre ou mieux avec un appareil photographique, en un quelconque des points du globe terrestre qui voient le Soleil culminer au zénith pendant un passage de Vénus, pour déterminer complétement la parallaxe relative de cet astre, au moyen de mesures obtenues dans cette seule station. En 1874, cette région est très-voisine du tropique du Capricorne et traverse tout le continent australien. Le point le plus avantageux se trouverait au nord de la baie des Chiens marins. L'effet parallactique, il est vrai, serait deux fois moindre que dans le cas de deux stations combinées; mais je le crois bien suffisant, et il est en tout cas digne de remarque qu'un photographe convenablement outillé obtiendrait ainsi, à lui seul, un résultat supérieur à celui qu'on acceptait encore avec tant de confiance il y a dix ans; il déterminerait à lui seul, je le répète, la distance de la Terre au Soleil avec plus de certitude que tous les savants du monde entier en 1769. L'épreuve mériterait assurément d'être tentée par les observatoires australiens.

» Voici le moment de signaler aux observateurs l'appareil ingénieux que M. Laussedat a employé, à deux reprises, en Algérie (avec le concours de M. Girard, pour la photographie) et en Italie, dans le but d'*observer* photographiquement le passage de la Lune sur le Soleil. M. Laussedat a eu l'idée de rendre fixe la lunette photographique dans une direction horizontale et de renvoyer vers cette lunette la lumière du Soleil au moyen d'un héliostat. Pour être en état, et c'est ici le point capital, de soumettre les épreuves ainsi obtenues à des mesures précises, M. Laussedat a parfaitement reconnu qu'il fallait déterminer avec exactitude l'orientation de l'axe de cette lunette. Il y est parvenu en plaçant cette lunette dans la direction même de sa Lunette méridienne, et en assurant, à l'aide d'un bon niveau, l'horizontalité d'un des bords de la plaque sensible. On obtient ensuite par le calcul les éléments nécessaires pour transformer les coordonnées mesurées sur les clichés en coordonnées célestes rapportées aux cercles usités en astronomie. M. Laussedat me paraît donc fondé à s'exprimer sur ce sujet comme il le fait dans la Lettre suivante, qu'il a bien voulu m'adresser le 20 février dernier :

« Voulez-vous me permettre de vous entretenir d'un autre sujet dont les astronomes s'occupent beaucoup depuis quelque temps. Je veux parler du prochain passage de Vénus sur le disque solaire.

» On a cherché, avec le plus grand soin, les localités où l'observation pourra se faire dans les meilleures conditions sous tous les rapports; on s'est attaché à prévoir les différentes causes d'erreur, les illusions d'optique, etc., qui pourraient infirmer des résultats acquis à grands frais et avec beaucoup de fatigue.

» Au nombre des méthodes recommandées, principalement en Angleterre (et je sais combien vous en êtes vous-même partisan), se trouve celle des épreuves photographiques. Les *Monthly Notices* renferment, à ce sujet, des notes extrêmement importantes de M. Warren de la Rue, de M. le major Tennant et de M. Proctor, qui ne vous ont certainement pas échappé.

» Une des causes d'erreur dont il semble le plus difficile de se garantir est celle qui dépend de la manière dont les épreuves sont repérées (dont les angles de position sont déterminés) pour permettre la comparaison de celles qui ont été obtenues dans des stations différentes.

» Dans le dernier numéro des *Monthly Notices*, M. Proctor indique comment il convient de choisir les stations pour que les effets de cette erreur aient la moindre influence possible sur l'exactitude du résultat. M. Warren de la Rue, de son côté, a montré que la détermination de l'angle de position pouvait se faire avec une grande précision, en répondant aux appréhensions du major Tennant qui ont provoqué les recherches de M. Proctor. Il est certain que l'on devra préférer les stations indiquées par cet astronome pour y prendre des épreuves photographiques; mais, comme elles ne sont pas très-nombreuses, et qu'il me semblerait regrettable de renoncer partout ailleurs à la photographie, je crois devoir vous présenter les réflexions suivantes.

» L'inconvénient le plus grave, très-probablement, que l'on rencontre quand on cherche l'angle de position sur une épreuve photographique (et j'entends par là l'angle d'une ligne de repère tracée sur l'épreuve avec le diamètre N.-S. du Soleil), provient des irrégularités de position de la lunette conduite par un mouvement d'horlogerie; c'est, du moins, ce que je suppose. Or cet inconvénient se trouve évité dans la disposition que j'avais adoptée en Algérie, lors de l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860.

» Cette disposition est celle-là même que Foucault a imaginée plus tard pour entreprendre des études variées d'astronomie physique, et qu'il se proposait de réaliser dans un instrument désigné par lui sous le nom de *Sidérostat*. Il serait inutile de vous faire la description d'un appareil que vous connaissez parfaitement, depuis l'époque où vous avez rendu compte à l'Académie des observations faites à Batna. D'ailleurs l'instrument analogue de Foucault vient d'être réalisé avec un très-grand soin. Je me bornerai donc à émettre le désir de voir appliquer le principe sur lequel il est fondé à la solution de la difficulté signalée par les astronomes anglais. Il est très-aisé de voir, en effet, que, la lunette qui porterait l'appareil photographique étant disposée invariablement dans une direction déterminée astronomiquement et repérée à l'aide d'une mire et d'un collimateur, les irrégularités accidentelles du mouvement du miroir qui projette l'image du Soleil dans l'axe de cette lunette seraient sans danger. On pourrait, dans tous les cas, à l'aide de mouvements de rappel, ramener l'image au centre de la plaque dépolie à laquelle on substitue les plaques sensibles; et quand bien

même l'image s'écarterait de cette position normale, on l'y ramènerait sans peine par le calcul.

» Je ne veux pas, dans cette Lettre, entrer dans des détails que vous pressentirez sans aucun doute, mais l'expérience que j'ai faite en 1860, et que j'ai répétée en 1867, en Italie, sur des épreuves du Soleil (l'éclipse n'ayant pas pu être observée à cause des nuages), m'a convaincu de l'extrême précision dont la méthode est susceptible.

» Ne vous semblerait-il pas prudent, si les astronomes français veulent prendre part aux expéditions qui auront pour but la détermination nouvelle de la parallaxe du Soleil en 1874, de faire, dès à présent, des essais multipliés de photographie et d'étudier les appareils et les procédés, afin d'éviter les mécomptes ? »

» Grâce aux procédés de M. Foucault, si bien appliqués par M. Martin, il est possible aujourd'hui d'obtenir des miroirs parfaitement plans : cela achève de rendre l'ingénieux appareil de M. Laussedat tout à fait applicable à l'observation du passage de Vénus. Je n'ai pour ma part qu'une modification à proposer, mais elle me paraît essentielle. Les expériences que j'ai faites en 1858 avec une longue lunette de 15 mètres établissent à mes yeux la supériorité des épreuves de grandes dimensions, quand il s'agit de mesures. Celles qu'on a obtenues depuis sont trop petites; il faudrait au préalable les agrandir ou y appliquer de forts grossissements; or on grossit en même temps les défauts inévitables du cliché primitif qu'il serait superflu d'énumérer ici. Je parle, bien entendu, des défauts photographiques et non des défauts inhérents à toute image optique des astres, tels que les effets de la réfraction accidentelle et de la dispersion atmosphérique. Avec des objectifs de 16 ou 20 mètres de distance focale, par exemple, on obtiendrait du premier coup des images sur lesquelles le déplacement parallactique de Vénus serait représenté, comme je l'ai fait voir tout à l'heure, par une grandeur linéaire qui rendrait absolument impossible toute erreur pareille à celle de l'ancienne évaluation de la parallaxe du Soleil. Sans doute il serait bien difficile d'installer au loin une pareille lunette quand elle doit prendre une direction quelconque; mais rien n'est plus aisé dans le système de M. Laussedat, car il suffit de séparer entièrement l'objectif de l'appareil oculaire ou photographique, et de les installer sur des piliers séparés, entre lesquels le tuyau ordinaire serait supprimé et remplacé par un simple abri en toile. Quant aux très-intéressantes suggestions de M. Proctor (*Monthly Notices*) sur les moyens d'éviter, par un choix convenable des stations photographiques, l'influence des erreurs relatives à la direction des lignes de repère, je dirai que ces lignes ont toujours sur les épreuves, quand elles y sont projetées, une netteté admirable, bien supérieure à celle des bords mêmes du Soleil, et

que les moyens déjà employés par M. Laussedat pour y rapporter par le calcul les lignes de repère célestes mettront les astronomes en état d'utiliser toutes les observations photographiques obtenues dans des stations quelconques. Restent les essais préalables que M. Laussedat recommande avec tant de raison : il n'est pas besoin de dire qu'ils sont déjà compris dans le programme des prévisions actuelles de la Commission. »

THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR. — *Note sur les changements d'état d'un mélange d'une vapeur saturée et de son liquide, suivant une ligne adiabatique; par* M. PHILLIPS.

« On admet généralement que, quand un mélange d'une vapeur saturée et du liquide générateur change d'état suivant une ligne adiabatique, toute augmentation du volume est accompagnée d'un abaissement de température, et toute diminution du volume, d'une élévation de température. Ce fait, en raison de sa généralité et des conséquences qu'on en tire, m'a paru mériter d'être l'objet d'une démonstration directe qui forme le sujet de cette Note.

» Considérons l'unité de poids (1 kilogramme) d'un mélange comprenant un poids m de vapeur et un poids $1-m$ du liquide.

» Soient

t la température actuelle,

$a+t$ la température absolue,

p la pression correspondante,

c la chaleur spécifique du liquide à la température t et sous la pression p,

r la chaleur de vaporisation,

u l'excès du volume de 1 kilogramme de vapeur saturée sur celui de 1 kilogramme du liquide dans les mêmes conditions de température et de pression,

dU l'accroissement infiniment petit de la chaleur interne du mélange après un changement d'état infiniment petit,

dQ la quantité infiniment petite de chaleur reçue ou émise par le mélange pendant ce changement d'état,

A l'équivalent calorifique du travail.

On a, comme on sait,

$$dQ = dU + Apd(mu),$$

ou, comme $dQ = 0$, puisque le changement d'état a lieu suivant une ligne adiabatique, il vient

$$dU = -Apd(mu). \tag{1}$$

» Remplaçant u par sa valeur tirée de l'équation connue

$$r = \mathrm{A}(a+t)\frac{dp}{dt}u,$$

on a

$$d\mathrm{U} = -pd\left[\frac{mr}{(a+t)\frac{dp}{dt}}\right],$$

ou, en développant,

$$(2)\qquad d\mathrm{U} = -p\left[\left(\frac{dp}{dt}\right)^{-1} d\left(\frac{mr}{a+t}\right) - \frac{mr}{a+t}\left(\frac{dp}{dt}\right)^{-2}\frac{d^2p}{dt^2}dt\right].$$

» L'équation de M. Clausius devient, dans le cas actuel,

$$\frac{c\,dt}{a+t} + d\left(\frac{mr}{a+t}\right) = 0.$$

» Tirant de cette formule la valeur de $d\left(\frac{mr}{a+t}\right)$ et la substituant dans (2), on a définitivement

$$(4)\qquad \frac{d\mathrm{U}}{dt} = \frac{p}{\left(\frac{dp}{dt}\right)^2(a+t)}\left(c\frac{dp}{dt} + mr\frac{d^2p}{dt^2}\right).$$

» Or les Tables construites en prenant pour bases les expériences de M. Regnault (*voir* la dernière édition du *Traité* du Dr Zeuner, 1869) indiquent pour toutes les vapeurs saturées : 1° que $\frac{dp}{dt}$ est toujours positif; 2° que $\frac{dp}{dt}$ croît toujours avec la température et, par suite, que $\frac{d^2p}{dt^2}$ est aussi positif. C'est ce qu'on peut constater, d'après ces Tables : 1° pour la vapeur d'eau, de zéro à 200 degrés; 2° pour celle d'éther, de zéro à 120 degrés; 3° pour celle d'alcool, de zéro à 150 degrés; 4° pour celle d'acétone, de zéro à 140 degrés; 5° pour celle de chloroforme, de zéro à 160 degrés; 6° pour celle de chlorure de carbone, de zéro à 160 degrés; 7° pour celle de sulfure de carbone, de zéro à 150 degrés; 8° pour celle de mercure, de 140 à 520 degrés; 9° pour celle d'acide carbonique, de − 25 à 45 degrés. Dans ces Tables, les pressions sont données de 5 en 5 degrés pour la vapeur d'eau et pour la vapeur d'acide carbonique; de 20 en 20 degrés pour celle de mercure, et de 10 en 10 degrés pour toutes les autres vapeurs.

» L'équation (4) fait voir en conséquence que $\frac{d\mathrm{U}}{dt}$ est toujours positif, et,

par suite, que la chaleur interne du mélange varie constamment dans le même sens que la température. Or, à cause du travail extérieur, la chaleur interne varie en sens inverse du volume du mélange. Il arrive donc nécessairement que toute augmentation de ce volume est accompagnée d'un abaissement, et toute diminution de ce volume, d'une élévation de la température. »

CHIMIE. — *De l'état naissant* (deuxième Mémoire); *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Dans une précédente Communication (*voir* p. 20 de ce volume), j'ai fait voir qu'il est inutile, pour expliquer la formation de l'ammoniaque par le contact du zinc et de l'acide nitrique, d'avoir recours à l'hypothèse d'un état particulier des corps, l'état naissant. J'étudierai aujourd'hui ce qui se passe lorsque le zinc est en contact avec un mélange d'acide sulfurique ou chlorhydrique et d'acide nitrique.

» L'appareil dont je me suis servi, et qui a également été employé dans les recherches expérimentales de ma dernière Note, était ainsi conçu. Un flacon à trois tubulures, d'un peu plus d'un litre de capacité, contenait les matières réagissantes, c'est-à-dire :

» De l'eau bouillie et refroidie dans une atmosphère d'acide carbonique pur;

» Des barreaux cylindriques de zinc distillé, terminés à leur partie supérieure par des fils de platine recourbés et soudés dans leur intérieur pendant le moulage de ces barreaux : ces barreaux étaient pesés avant et après l'expérience, pour déterminer la quantité de zinc dissous, le fil de platine servant à introduire dans le flacon et à extraire les barreaux de zinc;

» Les acides sulfurique, chlorhydrique et nitrique que l'on versait en quantités et volumes déterminés à l'avance par des mesures et des titrages rigoureusement exécutés.

» Le flacon et toutes les parties de l'appareil décrit plus loin étaient constamment traversés par un courant d'acide carbonique provenant d'un de ces générateurs à dégagement continu que j'ai fait connaître depuis longtemps (1). On introduisait les acides et le zinc dans le flacon, de manière qu'il ne pût y rentrer aucune trace d'air.

(1) Ces appareils, de dimension moyenne, avaient, avant d'être employés, fourni plus de 1 mètre cube d'acide carbonique, et le gaz qui en sortait était absorbable, sans résidu visible, par de l'eau distillée et bouillie.

» Les gaz provenant de la réaction des acides sur le zinc traversaient un tube en U contenant des cristaux de bicarbonate de soude, pour arrêter l'acide nitreux, et du chlorure de calcium fondu pour les dessécher.

» De là ils passaient dans un tube de verre de Bohême, contenant d'abord de l'oxyde de cuivre, puis du cuivre métallique, où l'hydrogène se transformait en eau et les gaz composés oxygénés de l'azote perdaient leur oxygène. Ce tube, chauffé au gaz dans un manchon de terre cuite et à une température peu élevée, était pesé avant et après l'expérience, plein d'acide carbonique.

» La vapeur d'eau, l'azote et l'acide carbonique qui balaye constamment l'appareil traversaient un tube en U, contenant dans son intérieur d'abord un petit réservoir pour recevoir l'eau condensée, ensuite du chlorure de calcium fondu pour arrêter la vapeur d'eau.

» Enfin le mélange d'acide carbonique et d'azote était reçu sur une petite cuve, dont le liquide était de la potasse étendue, et dans des tubes gradués remplis avec ce même liquide. En portant ce tube gradué sur la cuve à eau, on mesurait l'azote sorti de l'appareil. Lorsque la quantité de zinc dissous était jugée suffisante, on faisait sortir les barreaux au moyen d'un large tube plongeant dans la liqueur, et au centre duquel se réunissaient les fils de platine recourbés et attachés à ces barreaux. On les lavait, on les séchait et on les pesait pour déterminer la perte de poids qu'ils avaient subie.

» La liqueur restant dans le flacon était alors traversée par un courant assez rapide d'acide carbonique, qu'on continuait jusqu'à ce que tous les gaz dissous dans l'eau fussent déplacés, ce qu'on reconnaissait à ce que les bulles arrivant dans le tube gradué plein de potasse étaient absorbées d'une manière à peu près absolue. (Chaque opération durait de douze à quinze heures.) Alors on prenait 10 centimètres cubes de la liqueur zincifère, et on y versait du permanganate titré, pour y déterminer la quantité d'acide nitreux qui s'y était formé.

» Puis on prenait 500 centimètres cubes de cette même liqueur, on la distillait avec un alcali pour chasser l'ammoniaque, qu'on dosait au moyen d'un acide titré. Connaissant le volume total de la liqueur, on calculait l'acide nitreux et l'ammoniaque qui s'y étaient formés.

» On avait, par ces diverses pesées ou titrages : 1° la quantité de zinc dissous; 2° la quantité d'oxygène enlevé à l'oxyde de cuivre ou fixé sur le cuivre; 3° la quantité d'eau formée; 4° la quantité d'azote dégagé; 5° la

quantité d'ammoniaque; 6° enfin la quantité d'acide nitreux contenu dans la liqueur. Ce dernier nombre n'était considéré que comme une approximation, surtout à cause de l'incertitude qui se rattache à sa détermination, incertitude déjà signalée par M. Terreil et par M. Fremy. Je le calculai par différence, en cherchant la quantité de zinc manquant, et par suite oxydé sous l'influence de la production de l'acide nitreux.

» Avec l'eau produite, on calcule les quantités d'hydrogène dégagé par le zinc et d'oxygène enlevé à l'oxyde de cuivre. Avec le dernier nombre et la variation du poids du tube à cuivre et à cuivre oxydé, on calcule l'oxygène fixé sur le cuivre ou enlevé à l'oxyde. On obtient ainsi l'oxygène provenant de la désoxydation des composés nitreux. Enfin, le volume de l'azote étant connu, on en déduit le poids.

» Les poids d'azote et d'oxygène ainsi fixés, on cherche si la quantité d'oxygène est supérieure aux $\frac{4}{7}$ de l'azote. Dans ce cas, on admet qu'on a un mélange de protoxyde d'azote (x) et de bioxyde (y), et on calcule ces quantités par les formules suivantes, dans lesquelles a représente le poids de l'azote et o le poids de l'oxygène :

$$x = 11\left(\frac{2}{7}a - \frac{1}{4}o\right),$$

$$y = 15\left(\frac{1}{4}o - \frac{1}{7}a\right).$$

» En admettant que, dans ce cas, il n'y a dans les gaz que du protoxyde et du bioxyde d'azote, on fait une hypothèse qui n'est peut-être pas bien fondée; mais la formule ci-dessus n'avertira pas de l'erreur, car un mélange d'azote et de bioxyde d'azote à équivalents égaux a la même composition que le protoxyde d'azote ($2AzO = Az + AzO^2$).

» Si l'oxygène est insuffisant pour que l'azote soit transformé en protoxyde, on calculera facilement la quantité d'azote libre par les formules connues.

» Dans les tableaux qui vont suivre, on trouvera :

» 1° Les quantités d'acides supposés anhydres mis en contact avec le zinc exprimées en grammes.

» 2° Les produits de la réaction calculés dans l'hypothèse où il se serait dissous 1 équivalent de zinc dans la réaction, c'est-à-dire les nombres bruts multipliés par la fraction $\frac{Zn}{b}$, b étant la quantité de zinc réellement dissous et Zn étant égal à 33.

» 3° Les quantités de zinc dissous par suite de la formation des divers

produits, ammoniaque, hydrogène, azote, etc., 1 équivalent d'ammoniaque exigeant l'oxydation de 8 équivalents de zinc, etc.

» 4° La quantité d'acide nitrique anhydre consommé soit pour l'oxydation du zinc, soit pour la formation des produits de la réaction : ainsi 1 équivalent d'ammoniaque, d'azote, etc., exige, pour se produire, la décomposition de 1 équivalent d'acide nitrique anhydre.

» 5° Je rappelle que les acides employés sont toujours mélangés à une quantité d'eau telle, que le volume total fasse exactement 1 litre.

1. *Acide nitrique et zinc.*

	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.
Acide nitrique.....	2			4			6		
Ammoniaque......	0,825	12,81	2,62	0,790	12,26	2,51	0,836	12,98	2,66
Azote.............	1,004	11,83	3,87	0,934	11,01	3,60	1,000	11,79	3,86
Protoxyde d'azote..	"	"	"	"	"	"	0,412	2,47	1,01
Acide nitreux.....	4,813	8,36	6,84	5,620	9,73	7,97	3,315	5,76	4,72
		33,00	13,33		33,00	14,08		33,00	12,25
Acide nitrique.....	8			10			12		
Ammoniaque......	0,916	14,21	2,91	0,712	11,06	2,26	0,719	11,17	2,28
Azote.............	0,916	10,78	3,53	0,701	8,26	2,70	0,730	8,60	2,82
Protoxyde d'azote..	0,319	1,91	0,78	0,275	1,65	0,78	0,210	1,26	0,52
Acide nitreux......	3,512	6,10	4,99	6,927	12,03	9,84	6,892	11,97	9,79
		33,00	12,21		33,00	15,58		33,00	15,41
Acide nitrique.....	14			16			18		
Ammoniaque......	0,942	14,62	3,00	0,969	15,05	3,08	0,724	11,24	2,30
Azote.............	0,241	2,84	0,93	0,326	3,84	1,26	0,024	0,30	0,09
Protoxyde d'azote..	1,538	9,29	2,19	1,378	8,27	3,38	1,555	9,33	3,82
Acide nitreux......	3,598	6,25	5,11	3,362	5,84	4,78	6,920	12,13	9,83
		33,00	11,23		33,00	12,50		33,00	16,04
Acide nitrique.....	20								
Ammoniaque......	0,826	12,83	2,63						
Azote........... ..	"	"	"						
Protoxyde d'azote..	1,888	11,33	4,63						
Acide nitreux.....	5,095	8,84	7,23						
		33,00	14,49						

2. *Acides sulfurique et nitrique et zinc.*

	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.
Acide sulfurique...	46			45		-	44		
Acide nitrique.....	〃			0,5			1		
Hydrogène........	0,997	32,92		0,9008	29,73	〃	0,8443	27,86	〃
Ammoniaque......	〃	〃		0,121	1,88	0,38	0,290	4,50	0,92
Azote.............	0,005	0,06 (1)		0,012	0,14	0,05	0,010	0,12	0,04
Protoxyde d'azote..	〃	〃		0,027 (3)	0,16	0,07	0,044 (3)	0,26	0,11
Acide nitreux......	〃	0,02 (2)		0,627	1,09	0,89	0,150	0,26	0,21
		33,00			33,00	1,39		33,00	1,28
Acide sulfurique...	42			40			38		
Acide nitrique.....	2			4			6		
Hydrogène........	0,660	21,78	〃	0,361	11,91	〃	0,0555	1,83	〃
Ammoniaque......	0,561	8,71	1,78	1,179	18,31	3,75	1,801	27,97	5,72
Azote.............	0,062	0,37	0,24	0,105	0,63	0,41	〃	〃	〃
Protoxyde d'azote..	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0,226	1,36	0,56
Acide nitreux......	1,232	2,14	1,75	1,238	2,15	1,76	1,059	1,84	1,51
		33,00	3,77		33,00	5,92		33,00	8,79
Acide sulfurique...	36			34			32		
Acide nitrique.....	8			10			12,5		
Hydrogène........	0,033	0,11	〃	0,022	0,07	〃	〃	〃	〃
Ammoniaque......	1,471	22,84	5,67	1,152	17,89	3,66	1,056	16,40	3,36
Azote.............	0,019	0,22	0,07	0,065	0,77	0,25	0,205	2,42	0,79
Protoxyde d'azote..	1,408	8,45	3,46	1,900	11,40	4,66	2,011	12,07	4,91
Acide nitreux......	0,795	1,38	1,13	1,660	2,87	2,35	1,215	2,11	1,73
		33,00	10,33		33,00	10,92		33,00	10,79
Acide sulfurique...	30			28			24		
Acide nitrique.....	15			17,1			21		
Hydrogène........	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Ammoniaque......	0,831	12,90	2,64	1,210	18,80	3,85	0,746	11,58	2,37
Azote.............	0,622	7,33	2,40	0,079	0,93	3,05	0,076	0,90	0,29
Protoxyde d'azote .	1,779	10,67	4,37	1,609	9,65	3,95	1,520	9,12	3,73
Acide nitreux......	1,209	2,10	2,98	2,084	3,62	2,96	5,930	10,30	8,43
		33,00	12,39		33,00	13,81		33,00	14,82

(1) Azote de l'air accidentel ou de l'acide sulfurique.

(2) Perte dans l'analyse.

(3) Ces petites quantités de protoxyde d'azote indiquent une cause d'erreur. Les quantités d'acide nitrique employées étant extrêmement faibles, la moindre quantité d'oxygène ou d'air contenu dans les appareils ou dans l'acide carbonique devient très-grande par rapport à l'azote dégagé.

3. *Acides chlorhydrique et nitrique et zinc.*

	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.
Acide chlorhydrique.	16,43[1]			14,61			12,78		
Acide nitrique......	2,70			5,40			8,10		
Hydrogène.........	0,195	6,43		0,0177	0,37	//	0,0065	0,22	//
Ammoniaque.......	1,618	25,13	5,13	1,459	22,65	5,62	1,529	23,74	4,86
Azote.............	0,108	1,27	0,42	0,497	5,85	1,92	0,092	1,08	0,35
Protoxyde d'azote...	//	//	//	//	//	//	1,116	6,70	2,74
Bioxyde d'azote.....	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Acide nitreux.......	0,092	0,17	0,13	2,378	4,13	3,38	0,725	1,26	1,03
		33,00	5,68		33,00	10,92		33,00	8,88
Acide chlorhydrique.	10,96			9,14			7,39		
Acide nitrique......	10,80			13,50			16,20		
Hydrogène.........	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Ammoniaque.......	1,472	22,85	4,68	1,244	19,32	3,95	1,224	19,02	3,89
Azote.............	1,153	1,79	0,59	//	//	//	0,026	0,31	0,10
Protoxyde d'azote...	1,226	7,36	3,01	0,548	3,29	1,35	1,672	10,03	4,10
Bioxyde d'azote.....	//	//	//	0,715	2,36	1,29	//	//	//
Acide nitreux.......	0,576	1,00	0,82	4,623	8,03	6,57	2,095	3,64	2,98
		33,00	9,10		33,00	13,16		33,00	11,07
Acide chlorhydrique.	5,47			3,65			1,82		
Acide nitrique......	18,70			21,60			24,30		
Hydrogène.........	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Ammoniaque.......	1,205	18,69	3,82	1,117	17,35	3,55	0,924	14,35	2,93
Azote.............	0,081	0,95	0,29	//	//	//	//	//	//
Protoxyde d'azote...	1,642	9,85	4,03	1,304	7,82	3,20	2,289	13,74	5,62
Bioxyde d'azote.....	//	//	//	0,462	1,53	0,83	0,211	0,74	0,38
Acide nitreux.......	2,095	3,51	2,87	3,627	6,30	4,09	2,401	4,17	3,41
		33,00	11,01		33,00	11,67		33,00	12,24

(1) Les quantités d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique sont telles que l'acide chlorhydrique va décroissant depuis $\frac{9}{20}$ d'équivalent jusqu'à $\frac{1}{20}$, et l'acide nitrique va croissant depuis $\frac{1}{20}$ jusqu'à $\frac{9}{20}$ d'équivalent, la somme de ces rapports étant toujours $\frac{1}{2}$. Ainsi, dans cette première expérience, $16,4 = 36,5 \times \frac{9}{20}$, et 2,70 d'acide nitrique $= 54 \times \frac{1}{20}$, et $\frac{9}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{2}$.

» Le premier de ces tableaux contient les produits de l'attaque du zinc par l'acide nitrique. Les résultats en ont été discutés dans ma Communication précédente (page 20 de ce volume), à laquelle je renvoie.

» Le second de ces tableaux contient les produits de l'attaque du zinc par un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique, les proportions de celui-ci par rapport à l'acide sulfurique allant en croissant régulièrement depuis la première jusqu'à la dernière expérience.

» On y voit que la quantité d'hydrogène décroît régulièrement au fur et à mesure que la quantité d'acide nitrique augmente : à un certain moment l'hydrogène s'annule complétement. On en conclut que les deux acides sulfurique et nitrique agissent sur le zinc comme s'ils étaient isolés. Seulement, quand le dernier devient prédominant, il se fait autour des barreaux de zinc une couche liquide de sels dans lesquels le nitrate de zinc est en forte proportion. Autour de cette couche, l'acide sulfurique décompose rapidement le nitrate, s'empare de l'oxyde de zinc et régénère l'acide nitrique, qui dissout de nouveau du zinc, et ainsi de suite, sans que l'acide sulfurique puisse jamais arriver au contact du métal. C'est ce qui explique la disparition complète de l'hydrogène, et, à ce moment, le dégagement de gaz cesse presque complétement.

» Le troisième tableau fait voir que le mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique agit sur le zinc comme si les deux acides étaient isolés, et non pas comme s'ils formaient préalablement de l'eau régale, laquelle détruirait l'ammoniaque. En outre, l'acide sulfurique dissout le zinc moins rapidement que l'acide chlorhydrique, si bien que, pour annuler complétement l'action de 1 équivalent d'acide sulfurique, il suffit de 0,29 équivalent d'acide nitrique, tandis que, pour neutraliser l'action de 1 équivalent d'acide chlorhydrique, il faut 0,67 équivalent d'acide nitrique, c'est-à-dire plus du double.

» Enfin l'acide sulfurique déplace avec une facilité très-grande l'acide nitrique du nitrate de zinc, tandis que, pour transformer du nitrate de zinc en chlorure, il faut employer un grand excès d'acide chlorhydrique et faire bouillir la liqueur pendant un temps très-long. D'après cela, si l'on suppose formée autour du zinc une couche de nitrate, l'acide chlorhydrique contenu dans la liqueur pourra pénétrer plus facilement sans décomposer la couche de nitrate, arriver jusqu'au zinc et développer de l'hydrogène.

» Ainsi tout se trouve rapporté à de simples effets mécaniques, qu'on peut comparer aux phénomènes de polarisation, soit des électrodes, soit des éléments d'une pile où une couche de gaz, empêchant le contact entre le métal et son dissolvant, arrête l'action chimique. Il n'y a donc pas lieu de faire intervenir ici l'hypothèse d'un état naissant des corps : il suffit de rapprocher ces faits d'autres faits bien connus et bien analysés, pour que

leurs analogies sautent aux yeux et qu'ils se trouvent ainsi expliqués, car une explication ou théorie dans les sciences physiques et naturelles ne doit être qu'un système d'analogies liées entre elles par le raisonnement ou l'évidence. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Observations sur la faune ornithologique du Bourbonnais pendant la période tertiaire moyenne.* Note de **M. Alph.-Milne Edwards.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Daubrée, Blanchard.)

« Lorsque j'ai commencé l'étude paléontologique des terrains tertiaires du Bourbonnais, j'étais loin de penser que les Oiseaux dont les débris sont enfouis dans ces dépôts fourniraient, sur le caractère général de la faune miocène de cette partie de la France, des indications plus nettes et plus précises que les Mammifères et les Reptiles fossiles de la même région. En effet, les Oiseaux, doués de puissants moyens de locomotion, se cantonnent d'ordinaire moins que les espèces appartenant à la classe des Mammifères ou à celle des Reptiles.

» A l'époque où j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie mon travail sur les Oiseaux fossiles de la France, rien ne m'autorisait à émettre une opinion de cette nature; mais en poursuivant mes recherches sur ce sujet, je suis arrivé à des résultats nouveaux qui me semblent d'une grande importance et de nature à nous éclairer sur le caractère de cette faune tertiaire mieux que ne pourrait le faire, dans l'état actuel de nos connaissances, l'histoire paléontologique des autres animaux vertébrés du bassin de l'Allier.

» Parmi les Oiseaux fossiles dont j'ai constaté récemment la présence dans les dépôts tertiaires de Saint-Gérand-le-Puy et de Langy, il en est plusieurs qui donnent à cette faune ancienne un caractère presque intertropical et plus particulièrement africain. Tels sont des Perroquets, des Couroucous, des Salanganes, des Gangas, des Marabous, et enfin des Secrétaires ou Serpentaires.

» Les Perroquets constituent une famille parfaitement naturelle, bien délimitée et facile à caractériser par la conformation de ses os, aussi bien que par ses formes extérieures. Elle occupe dans les deux mondes les régions les plus chaudes et ne compte aujourd'hui aucun représentant ni en

Europe ni dans l'Asie extra-tropicale, ni dans la partie de l'Amérique située au nord du golfe du Mexique.

» A l'époque tertiaire il existait en France un Perroquet qui, par ses caractères ostéologiques, s'éloigne notablement des types australiens, ainsi que des Aras et des autres genres américains, et présente beaucoup d'analogie avec certaines espèces africaines, particulièrement avec le *Psittacus erythacus* du Sénégal et de l'Afrique australe. Ce Perroquet tertiaire, que j'ai désigné sous le nom de *Psittacus Verrauxii*, et que je décrirai dans une des prochaines livraisons de mon ouvrage sur les Oiseaux fossiles, est l'unique exemple d'un Psittacien ayant vécu aux époques géologiques, et il établit un premier trait de ressemblance entre la faune ornithologique miocène de l'Allier et la faune actuelle de l'Afrique.

» Les Couroucous ou Trogons, dont le plumage est non moins éclatant que celui des Perroquets, habitent aujourd'hui les parties les plus chaudes du globe; on les trouve en Amérique, en Asie et en Afrique, mais seulement dans la zone torride; or j'ai recueilli, dans les dépôts de Saint-Gérand-le-Puy, des os qui appartiennent indubitablement à un Couroucou. Ces Oiseaux habitent d'ordinaire les lieux très-boisés, où ils se nourrissent d'insectes : aussi la présence du *Trogon gallicus* dans le Bourbonnais tend à prouver qu'il existait, au voisinage des lacs de cette partie de la France, des forêts considérables.

» Les Gangas vivent aujourd'hui en Afrique, ainsi que dans les régions chaudes de l'Asie; ils ne sont que de passage dans le sud de l'Europe, mais ils se trouvent représentés dans la faune ancienne de l'Allier par une espèce particulière, à laquelle j'ai donné le nom de *Pterocles sepultus*.

» Les Salanganes, qui ont été confondues avec les Hirondelles, par la plupart des ornithologistes, mais qui s'en éloignent beaucoup par leur mode d'organisation et appartiennent à la famille des Martinets ou Cypselides, n'habitent maintenant que l'Inde, la Cochinchine, quelques îles de la Polynésie et les îles Mascareignes. Une espèce de la même famille, et très-voisine des Salanganes actuelles, a laissé des débris dans les terrains tertiaires du Bourbonnais.

» Un grand Oiseau de la famille des Cigognes semble représenter, dans la faune miocène de cette même région, les Marabous, qui, aujourd'hui, se rencontrent depuis le Sénégal jusqu'en Cochinchine.

» La découverte d'un Secrétaire au milieu de cette population ancienne me paraît très-intéressante au point de vue des indications biologiques que l'on peut en déduire et au point de vue zoologique. Le *Serpentarius* ou

Gypogeranus reptilivorus, qui se trouve en Afrique, depuis l'Abyssinie jusque dans le voisinage du Cap de Bonne-Espérance, est aujourd'hui l'unique représentant d'une famille particulière d'Oiseaux de proie organisés pour la course plutôt que pour le vol; or, ainsi que je l'ai montré pour les Flamants, les groupes zoologiques qui, à l'époque actuelle, ne sont représentés que par une seule ou un très-petit nombre d'espèces avaient probablement, à une époque ancienne, une importance numérique non moins grande que les autres groupes naturels de même valeur. L'existence d'un second membre de la famille des Serpentarides à l'époque miocène me paraît donc être un fait important pour la zoologie, et la présence de ces grands Oiseaux de proie en France et en Afrique à des périodes différentes constitue un nouveau trait de ressemblance entre la faune miocène du Bourbonnais et la faune actuelle du continent africain. Je n'ai encore trouvé qu'un seul os du pied de ce Secrétaire fossile, mais les caractères organiques de cette partie du squelette sont si nets, qu'il ne peut y avoir aucune incertitude quant à la détermination du type auquel appartient l'Oiseau dont cette pièce provient.

» Dans mon premier travail, sur les Oiseaux fossiles, soumis au jugement de l'Académie en 1865, j'avais montré qu'à l'époque miocène des Flamants, des Ibis et des Pélicans habitaient les bords des lacs du Bourbonnais, mais j'avais dû mettre beaucoup de réserves dans les conclusions que l'on pouvait tirer de ces faits relativement au climat de la France pendant cette période ou au caractère général de la population ornithologique (1). Les découvertes nouvelles que je viens de faire connaître confirment pleinement les conjectures que j'avais formées à ce sujet et me portent à penser qu'à l'époque où se déposaient les terrains miocènes inférieurs de l'Allier, les conditions biologiques devaient être, dans cette partie de la France, à peu près les mêmes que celles qui existent, de nos jours, dans certaines régions tropicales. »

M. E.-J. Maumené donne lecture d'un Mémoire portant pour titre « Théorie générale de l'action chimique. Deuxième preuve de la nécessité de son emploi pour éviter l'erreur ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

---

(1) *Recherches sur les Oiseaux fossiles*, t. I, p. 13.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des moyens de détruire les miasmes contagieux des hôpitaux, tant dans l'air des salles, que dans celui qui est expulsé sur les villes par les différents systèmes de ventilation en usage;* par **M. C. Wœstyn.**

(Commissaires : MM. Dumas, Morin, Andral, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud.)

« La mortalité considérable constatée dans les hôpitaux, l'impossibilité d'y faire certaines opérations chirurgicales qui réussissent habituellement dans d'autres locaux, l'influence fatale de ces établissements sur les quartiers voisins sont des vérités acceptées par toutes les personnes compétentes; l'importance du sujet que je vais traiter n'a donc pas besoin d'être démontrée, j'entrerai immédiatement en matière.

» Tous les systèmes de ventilation en usage consistent dans l'introduction d'une proportion d'air frais dans les salles et dans l'évacuation d'une partie d'air vicié; les miasmes délétères et contagieux ne sont donc jamais détruits, mais simplement rejetés en partie sur la ville, où, dans les temps d'épidémie, ils produisent de véritables ravages.

» MM. Pasteur et John Tyndall, dans leurs expériences sur la nature organique de la poussière atmosphérique, ont montré que l'air des grandes villes en était chargé et que celui des campagnes n'en était pas exempt; ces particules flottantes sont extrêmement ténues et ne peuvent être rendues visibles que sous l'influence d'un faisceau lumineux intense.

» Schwann, de Berlin, et Helmholtz ont signalé qu'en élevant la température de l'air on paralysait l'action de ces particules organiques, qu'une décoction de viande, par exemple, placée dans de l'air élevé d'abord à une haute température, n'est jamais envahie par la putréfaction.

» Suivant moi, les appareils de chauffage et de ventilation dans les hôpitaux devraient être absolument installés avec cette condition fondamentale, de brûler les germes organiques contenus dans l'air; je ferai observer que, dans les procédés modernes, ce but important a été complétement négligé, que généralement même l'air brûlé dans ces appareils de chauffage est pris au dehors. Les anciens systèmes de nos pères, où l'on chauffait chaque salle par un poêle ou une cheminée, avaient au moins l'avantage de détruire une partie des germes nuisibles.

» Il conviendrait donc de brûler les éléments organiques contenus dans

l'air des hôpitaux, soit à la sortie des salles, soit à l'issue générale dans la cheminée d'appel. Vu la ténuité de ces corpuscules, un rapide passage près d'une flamme fournira facilement ce résultat; pour que tout l'air empesté soit bien régulièrement grillé, il faut le faire filtrer à travers une section enflammée.

» On devrait, en conséquence, donner à l'appareil de combustion la forme d'une grille à anneaux concentriques percés de trous latéralement et suffisamment écartés, pour que les flammes de deux cercles voisins puissent se rejoindre. L'air, dans son passage, même rapide, à travers une pareille section enflammée, perd toutes ses propriétés délétères. On peut vérifier ce fait par les moyens optiques dont M. Tyndall fit usage, ou bien encore par l'expérience suivante, très-simple et très-démonstrative : si l'on remplit un flacon de l'air qui a passé à travers une pareille grille enflammée, et qu'après y avoir introduit un morceau de viande on le bouche hermétiquement, on constate que cette dernière y peut demeurer plusieurs mois sans altération; tandis qu'en répétant la même expérience avec de l'air pris simplement dans une chambre, la putréfaction se manifeste après quelques jours seulement.

» On pourrait mettre un semblable appareil dans la cheminée générale d'appel, mais je conseillerais plutôt de disposer des poêles munis de ces grilles dans les différentes salles.

» Ces poêles auraient la forme cylindrique, la grille devrait pouvoir à volonté se mettre au milieu ou à la partie supérieure du cylindre, suivant qu'on aurait besoin ou non de chauffer le poêle; des glaces, disposées devant ces grilles, permettraient que cet appareil de chauffage fût en même temps un système d'éclairage. J'ajouterai que l'installation de ce procédé serait peu coûteuse, que dans les grandes salles il serait profitable de multiplier ces appareils pour avoir une expulsion bien régulière de l'air vicié, que dans les lieux où se traitent les maladies les plus contagieuses on pourrait avoir une proportion plus grande d'appareils.

» Les Compagnies d'éclairage des villes devraient posséder de semblables grilles qui se pussent adapter aux appareils de chauffage des maisons des particuliers, pour activer la ventilation de la chambre des malades atteints d'affections contagieuses, et protéger ainsi les autres habitants de l'appartement. On comprend également qu'avec un changement facile dans la forme des becs d'éclairage, on puisse faire concourir ce dernier agent à la destruction des miasmes qui, dans les temps d'épidémie, viennent décimer les familles. L'appareil d'éclairage, s'il était placé en dehors de l'apparte-

ment à purifier, devrait avoir sa prise d'air ménagée dans la pièce; si, au contraire, il était à l'intérieur, il devrait être muni d'une cheminée communiquant au dehors.

» Les considérations qui précèdent justifient la vieille coutume d'allumer de nombreux feux, que nous avons vu remettre en usage il y a quelques années à Marseille, lorsque le choléra y sévissait d'une façon terrible; une pareille croyance restée dans le souvenir d'une population si souvent éprouvée par les épidémies de l'Orient démontre l'efficacité au moins partielle du moyen; on comprend que, dans ce cas, l'air chargé de miasmes, appelé de toutes parts vers les feux, vienne se purifier au contact des flammes.

» Je me permettrai, à propos des épidémies si souvent provoquées par les navires, d'émettre le vœu suivant : L'administration devrait fournir aux navires suspects au point de vue sanitaire des appareils basés sur les principes que je viens de développer (au besoin même des petits poêles portatifs dont la grille serait recouverte de charbons incandescents), pour purifier en quelques heures l'air des cales et des chambres du bâtiment avant son arrivée dans le port. »

« M. **Dumas** fait remarquer, à l'occasion de cette Communication, que, dans les cas d'épidémie, l'administration de l'Assistance publique, observant les prescriptions de la Commission du choléra, soumet à une désinfection énergique l'air venant des salles de malades, réuni dans la chambre d'émission, au sommet du bâtiment. Cet air arrive donc, dans l'atmosphère, purifié des miasmes ou germes nuisibles. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Quelques remarques au sujet de la Note précédente de M. Wœstyn; par* M. **Bouillaud**.

« Le travail de M. Wœstyn ne pouvait manquer de fixer l'attention de l'Académie, surtout après la savante analyse et les brillants commentaires dont il a été l'objet de la part de M. le Secrétaire perpétuel. Comme cet important travail se rattache particulièrement aux matières dont s'occupe la Section de l'Académie à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir, qu'il me soit permis d'en faire le sujet de quelques rapides considérations.

» Les maladies qui doivent leur naissance à l'espèce d'agents dont s'est occupé M. Wœstyn, et sur lesquelles M. le Secrétaire perpétuel Dumas a présenté des remarques d'une haute importance, n'ont jamais été étudiées avec

autant de soin et de précision que dans ces derniers temps. Elles comptent parmi celles qui sévissent le plus grièvement sur l'espèce humaine. On ne saurait donc trop rechercher et les moyens de les guérir et surtout ceux de les prévenir; car, une fois développées avec un certain degré d'intensité, quels que soient les efforts les plus éclairés de la médecine, elles comptent toujours un grand nombre de victimes. Or, pour les prévenir, il faut empêcher le développement de leurs causes génératrices, et, si l'on ne peut y parvenir, on ne doit rien négliger pour trouver des moyens capables de détruire ces causes elles-mêmes. Malheureusement, ce n'est pas toujours chose facile que de saisir en quelque sorte ainsi le *corps du délit*, c'est-à-dire de la maladie, et de le détruire, soit sur place, soit dans les lieux où il s'est réfugié et comme caché. Le moyen que propose M. Wœstyn, l'action du feu, bien qu'il ne soit pas nouveau, ainsi que l'a fait remarquer M. le Secrétaire perpétuel (1), et qu'il n'ait pas été jusqu'ici couronné de grands succès dans le genre de cas dont il s'agit (2), n'a pas encore dit son dernier mot, et mérite par conséquent d'être pris en considération. Peut-être, en effet, que, mis en pratique par de meilleurs procédés que ceux déjà employés, il obtiendrait des succès qui ont été refusés aux anciens procédés.

» Mais il est une très-grave question qu'il serait important de résoudre, comme condition préliminaire de l'emploi rationnel des moyens, soit prophilactiques ou préservatifs des maladies qui nous occupent, soit des moyens destructeurs des agents dont elles sont nées : c'est la question de savoir par quel *mode*, par quelle voie, et, si je puis le dire, par quel mécanisme ces maladies, une fois nées, se propagent, se communiquent des personnes affectées à celles qui ne le sont pas. Or, il n'existe pas encore d'unité de doctrine à cet égard, et l'on peut dire : *adhuc sub judice lis est*.

» Particularisons pour un moment le problème, et prenons pour objet de notre particularisation cette fièvre puerpérale dont il a été question ici dans la dernière séance, et sur laquelle M. Dumas, notre éminent Secrétaire perpétuel, a fourni des documents bien précieux. Eh bien, selon les uns, elle constituerait une *entité* morbide essentiellement distincte de toute

---

(1) On pourrait même dire de ce moyen ce qu'on a dit de tant d'autres choses, qu'il est *renouvelé des Grecs*, car, si ma mémoire ne me trompe pas, il en est question dans la description si justement célèbre que Thucydide a tracée de la peste d'Athènes.

(2) Ces cas ne doivent pas être confondus avec ceux dans lesquels la cautérisation par le feu détruit certains principes contagieux, formés ou simplement déposés dans des organes accessibles à nos instruments de cautérisation.

autre, et reconnaîtrait pour cause un contagium *sui generis* dont on ignore l'origine, et qui, jusqu'à présent, s'est dérobé à toutes les recherches physiques et chimiques. C'est à la faveur de ce mystérieux contagium que la maladie se communiquerait à un nombre plus ou moins considérable de femmes en couche (1).

» Voici maintenant une autre doctrine sur la pathogénie ou la genèse de la fièvre puerpérale. Elle consiste à considérer cette maladie comme ayant pour cause génératrice un principe d'infection ou d'intoxication miasmatique, provenant soit de certaines maladies dont le travail de l'accouchement est trop souvent suivi (2), soit des lieux dans lesquels l'accouchement s'est accompli. Dans le premier cas, les accouchées s'infectent, s'empoisonnent en quelque sorte elles-mêmes, par la voie de foyers qui se sont formés dans leur propre sein. Dans le second cas, elles reçoivent le principe d'infection non d'elles-mêmes, mais des lieux dans lesquels elles sont accouchées. N'oublions pas d'ajouter que, réunies en grand nombre, comme il arrive dans les maternités (hôpitaux d'accouchements), les accouchées, et tout particulièrement celles qui se sont infectées elles-mêmes, constituent une des principales sources de l'infection des lieux qu'elles habitent.

» On ne peut mieux comparer ce qui se passe alors chez les femmes accouchées et dans les établissements qu'elles occupent, qu'à ce que l'on observe parfois chez des blessés, réunis en grand nombre dans des salles d'hôpitaux, et dont les blessures, les plaies, sont frappées de cet état si connu sous le nom de *pourriture d'hôpital*. Cet état, le plus souvent, est accompagné d'une fièvre qui diffère, par la *forme* et les circonstances, mais non par le *fond*, de la fièvre dite *puerpérale*. Qu'est-ce, en effet, en y réfléchissant bien, qu'est-ce que l'état intérieur de l'utérus, après la délivrance, sinon un véritable état de traumatisme? et pourquoi ce *traumatisme utérin*, pour le moins aussi sujet que le traumatisme de tant d'autres parties à se compliquer de gangrène ou de *pourriture d'hôpital*, de suppuration avec

(1) Quelques auteurs pensent même que la contagion, dans certains cas, pourrait être le fait d'un accoucheur, qui aurait été porteur du contagium, après avoir accouché une femme atteinte de fièvre puerpérale.

(2) Ces maladies, consécutives au travail de l'accouchement, comprennent assurément des maladies inflammatoires de siéges divers. Toutefois, il ne faut pas confondre le *processus* ou élément inflammatoire avec le processus infectieux lui-même : ce serait un vrai contre-sens nosologique. Mais une phlegmasie terminée par gangrène ou par suppuration, et occupant une partie plus ou moins en contact avec l'air, peut devenir ainsi un foyer d'infection et d'intoxication.

décomposition putride du pus, etc., ne deviendrait-il pas la source de cette infection putride générale, qui constitue l'élément le plus essentiel de la maladie décrite sous le nom de *fièvre puerpérale ?*

» Au reste, ce serait véritablement nier le soleil que de nier la fièvre puerpérale engendrée ainsi, c'est-à-dire soit par un foyer d'infection développé au sein des accouchées elles-mêmes, soit par un foyer d'infection résidant dans les lieux où s'est opéré l'accouchement, soit enfin par ces deux causes réunies.

» Mais en est-il de même de la fièvre puerpérale considérée comme une entité morbide, indépendante de tout foyer d'infection du genre de ceux dont nous venons de parler, et produite, en un mot, par un contagium qui ne doit être confondu avec aucun autre ? J'avouerai que les faits rapportés à l'appui de ce système ne m'ont jamais paru convaincants. J'attendrai donc, pour ma part, des observations plus démonstratives, avant d'adopter le système dont il s'agit. Ses partisans devront, en tout cas, reconnaître qu'autant sont nombreux les exemples du premier système de génération de l'affection désignée sous le nom de *fièvre puerpérale*, autant sont rares, au contraire, ceux de l'autre système.

» Tout le monde comprendra combien il importe, d'ailleurs, non-seulement sous le point de vue purement scientifique, mais aussi sous le point de vue administratif, de résoudre le problème que nous venons d'examiner. Je me permettrai donc de le recommander à toute l'attention de M. Dumas, qui, par la haute position qu'il occupe dans l'Administration de l'Assistance publique, comme sous tous les autres rapports, est en état, plus que personne, de proposer les mesures et les recherches au moyen desquelles on peut en obtenir la solution.

» Quelques mots encore sur l'article des odeurs, d'origine miasmatique, au sujet desquelles M. H. Sainte-Claire Deville a recueilli des observations très-intéressantes, notamment dans les cas de choléra. Dans un grand nombre d'autres maladies, le sens de l'odorat, préparé par un exercice, ou, pour me servir d'une heureuse expression de Corvisart, par une *éducation* convenable, fournit au diagnostic des signes d'une précision, d'une certitude vraiment admirable. Quel médecin, doué d'un odorat ainsi préparé, n'a, par exemple, maintes fois reconnu, au moyen des odeurs qu'exhalent les malades, les affections diarrhéiques et dysentériques, les affections gangréneuses diverses (la gangrène pulmonaire en particulier, qui donne à l'haleine une fétidité *pathognomonique*), le typhus enfin et la fièvre

typhoïde, qui impriment aussi à l'haleine une autre espèce de fétidité, tellement inhérente à ces maladies, que, pour mon compte, j'ai cru pouvoir la désigner sous le nom d'haleine *typhique* ou *typhoïde?* »

M. Zaliwski adresse une Note relative au choix des corps qu'il convient de mettre en contact avec le charbon pris comme pôle positif dans les piles. Ces corps doivent, en général, être oxydants; et, parmi les corps oxydants, les substances impressionnables à la lumière paraissent les plus efficaces. L'acide nitrique, les manganates de potasse, donnent de bons résultats. Enfin l'auteur décrit une pile dont le charbon est préalablement imprégné d'une solution ammoniacale de chlorure d'argent; ce charbon est ensuite séché et traité par l'acide nitrique pour achever d'enlever l'excès d'ammoniaque: la pile, construite avec de l'eau pure, présente, d'après ses observations, une intensité remarquable.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Billant adresse une Note relative aux expériences faites récemment par M. Huggins, pour constater la chaleur émise par les corps célestes.

Cette Note est consacrée à l'indication des difficultés expérimentales qui ont paru à l'auteur devoir rendre le résultat incertain, et des lacunes que lui semblent offrir les indications données par le savant anglais sur la construction de ses instruments.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Mégnin adresse, de Saint-Mihiel, une Note relative au rôle qui a été attribué aux mouches dans la production de la maladie du charbon chez l'homme et les animaux domestiques.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. E. Decaisne soumet au jugement de l'Académie une Note concernant « la valeur respective de la vaccine humaine et de la vaccine animale ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. A. Leveillé adresse une Note relative à la découverte de restes de l'homme quaternaire dans les ateliers de pierre taillée et polie du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire).

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Daubrée.)

M. **Chamard** adresse une Note contenant l'indication de quelques modifications à ses Notes précédentes sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

L'**Amirauté anglaise** adresse à l'Académie un exemplaire des Cartes publiées par le Bureau hydrographique, depuis le mois d'avril 1869 jusqu'au mois de février 1870.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. A. Leymerie* portant pour titre « Récit d'une exploration géologique dans la vallée de la Sègre ».

M. **le Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre qui lui est adressée par *M. R. Wolf*, de Zurich, en même temps qu'une brochure intitulée « Matériaux pour l'histoire des Mathématiques ». L'auteur établit, dans cette brochure, que l'invention du niveau à bulle d'air doit être rapportée au Français *Chapotot :* il exprime le désir que l'on puisse trouver en France quelques nouveaux documents se rapportant à ce sujet, et à quelques autres dont il donne l'indication.

Ce document sera transmis à l'examen de M. Jamin.

M. **Chasles**, en présentant à l'Académie un volume de la « Bibliothèque des Hautes Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique », ayant pour titre : *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, s'exprime comme il suit :

« L'École des Hautes Études, créée en 1868 par le Ministre de l'Instruction publique, M. Duruy, comprend cinq Sections, dont une des *Hautes Études mathématiques*.

» Les Sections des Sciences naturelles possèdent des laboratoires de recherches. La Section des Mathématiques n'avait point à demander de laboratoires, mais elle a pensé que, comme éléments de recherches et de travaux, il serait fort utile de créer un *Bulletin des Sciences mathématiques* semblable à celui que M. le baron de Férussac avait fondé en 1824, et qu'il a publié avec un grand succès, pendant huit années, secondé par des colla-

borateurs d'un grand mérite, tels que Sturm et M. Cournot. Malheureusement il avait trop embrassé en faisant paraître tout à la fois huit Bulletins différents sur des matières très-diverses, Sciences philologiques, géographiques, militaires, etc. Et cette entreprise, aussi honorable qu'utile, a dû expirer après quelques années d'existence régulière. Les géomètres regrettaient vivement d'être privés de ce Bulletin, qui faisait connaître, par des analyses ou de simples mentions, tout ce que renfermaient les Recueils des Sociétés savantes, les journaux mathématiques, etc., de tous les pays.

» Aussi la Section mathématique de l'École des Hautes Études a sollicité de M. le Ministre la publication d'un pareil Bulletin; et ses vœux ont été accueillis. La Section a confié à un jeune géomètre, M. Darboux, la rédaction de ce Bulletin, qui exige des connaissances approfondies et variées. Deux savants bien connus de l'Académie, comme M. Darboux luimême, M. Hoüel, professeur à la Faculté de Bordeaux, et M. Lœwy, astronome de l'Observatoire de Paris, veulent bien prêter à M. Darboux leur collaboration. Enfin l'éditeur de ce Bulletin, agréé par M. le Ministre, est M. Gauthier-Villars, dont le zèle et l'intelligence sont aussi un gage de succès.

» Le Bulletin sera mensuel; le premier numéro vient de paraître; j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de cet Opuscule, au nom de mes Collègues de la Section mathématique de l'École des Hautes Études, MM. Bertrand, Delaunay, Puiseux et Serret. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la vitesse de propagation du son dans l'eau d'une conduite en fonte de* $0^m,80$ *de diamètre.* Note de M. FR. ANDRÉ, présentée par M. de Saint-Venant.

« Étant envoyé en mission par l'École des Ponts et Chaussées, pour suivre les travaux d'alimentation du canal de l'Aisne à la Marne, j'eus l'occasion d'assister à l'établissement d'une conduite tubulaire, destinée à amener les eaux du bâtiment des machines élévatoires à la tête de la rigole d'alimentation. Cette conduite, composée de tuyaux en fonte de $0^m,80$ de diamètre intérieur et de $0^m,02$ d'épaisseur, réunis entre eux par des joints à emboîtement et cordon, se développe sur un alignement droit d'environ 600 mètres. La différence de niveau entre les deux extrémités de la conduite est de $17^m,23$.

» Pour faire l'essai des joints qui unissaient les tuyaux entre eux, on devait remplir d'eau la capacité intérieure de la conduite et comprimer le

liquide jusqu'à la pression de 8 atmosphères. Je pensai que l'on pouvait utilement profiter de cette expérience pour faire des mesures nouvelles de la vitesse de la propagation du son dans l'eau. Les conditions dans lesquelles j'ai opéré étaient les suivantes.

» Pour traduire les mouvements du liquide, au lieu d'employer des enregistreurs électriques dont l'établissement est toujours assez difficile et assez coûteux, je me suis servi d'un enregistreur *pneumatique*, dont les physiologistes, et en particulier M. Marey, ont fait, dans ces derniers temps, un fréquent usage. L'ébranlement se communiquait à l'air emprisonné dans un petit tube en caoutchouc et de là à une membrane en baudruche. Un levier très-délicat, collé sur cette membrane, indiquait par ses oscillations les plus faibles mouvements du liquide.

» La mesure du temps était faite au moyen d'un diapason inscrivant ses vibrations sur la feuille noircie d'un cylindre enregistreur. Ce diapason, vérifié plusieurs fois, donnait, à la température de 20 degrés, 256 vibrations par seconde.

» Avant d'opérer sur la conduite pleine d'eau, j'ai exécuté, pour me rendre compte du degré d'exactitude que comportait cette méthode, une série d'expériences sur la vitesse de propagation du son dans l'air. L'appareil, à part quelques modifications de détail, restait le même. L'ébranlement sonore était produit à l'aide d'un pistolet chargé d'un gramme de poudre environ. Le choc communiqué à l'air de la conduite se propageait dans toute la longueur des tuyaux, puis revenait sur lui-même après réflexion. Au départ et à chaque retour successif, le petit style de la membrane en baudruche donnait sur le cylindre enregistreur des indications très-nettes. Comme on observait l'ébranlement initial et les ébranlements réfléchis, on éliminait ainsi les causes d'erreur dues à l'inertie de l'enregistreur.

» La plus grande difficulté consistait dans la détermination de la température de l'air enfermé dans la conduite. Les tuyaux reposaient dans une tranchée à ciel ouvert, et, tandis que leur partie supérieure, échauffée par les rayons du soleil, était à 40 degrés, la partie en contact avec le sol n'atteignait que 20 degrés.

» En prenant ces deux nombres comme limites extrêmes de la température à laquelle devait être l'air emprisonné dans la conduite, j'ai trouvé, pour la vitesse du son réduite à zéro,

$V_0 = 326^m,60$ (en supposant la température de 40 degrés),
$V_0 = 337^m,50$ (en supposant la température de 20 dégrés).

Il est certain que le premier nombre doit être plus près de la vérité que le second, car la partie des tuyaux exposée au soleil était bien plus considérable que la partie en contact avec le sol.

» J'arrive maintenant aux expériences que j'ai faites sur la vitesse du son dans l'eau qui remplissait la conduite. Après m'être assuré que la capacité intérieure était absolument privée d'air (ce qu'il était facile de constater en inspectant les suintements des joints), je fis disposer à la partie supérieure de la conduite une pompe de presse hydraulique. Le choc était déterminé dans le liquide en enfonçant brusquement le piston de cette pompe. Quelle que fût la rapidité avec laquelle on abaissait le levier de la pompe, on ne produisait pas à proprement parler un choc, mais une compression graduelle; aussi l'indication du style sur l'enregistreur, au lieu de présenter un zigzag bien accentué, comme dans le cas de l'air, traçait une courbe allongée, dont le point de raccordement avec la spire inscrite par le style au repos était difficile à déterminer. Cependant, quatre expériences faites successivement m'ont donné une moyenne de 345 vibrations du diapason, comprises entre le choc initial et le choc de retour. La longueur de la conduite, entre les deux plaques pleines qui la fermaient normalement à chaque extrémité, était de $603^{m},25$; le chemin parcouru par la compression était donc, entre le départ et le retour, de $1206^{m},50$. La température de l'eau était de 20 degrés au sommet de la conduite, et de 13 degrés à la partie la plus basse. La température de l'air ambiant était de 18 degrés. Dans ces conditions, la vitesse de propagation de la compression a été trouvée de $897^{m},80$ par seconde.

» Le second et le troisième choc de retour arrivaient trop affaiblis pour qu'on pût, de leur position relative, déduire une mesure qui offrît quelque précision.

» Wertheim déduisit du son rendu par des tuyaux d'orgue en laiton, plongeant dans l'eau, le nombre 1173 mètres pour la vitesse de propagation du son dans l'eau. Ce nombre est bien inférieur à la vitesse de 1435 mètres par seconde, trouvée par MM. Colladon et Sturm dans des expériences directes faites sur le lac de Genève.

» La valeur que je trouve est encore plus éloignée du nombre observé dans une masse d'eau indéfinie. Malgré cette divergence, que je ne prétends pas expliquer, je crois utile de citer mes résultats, que des travaux ultérieurs peuvent venir confirmer.

» Je me borne à appeler l'attention des physiciens et des géomètres sur l'influence que peuvent avoir, sur la propagation d'un ébranlement au sein

d'un fluide presque incompressible, l'élasticité et le frottement des parois qui le renferment. C'est probablement à cette circonstance que tient la différence entre la propagation d'un ébranlement dans un milieu indéfini et celle que nous avons observée dans une conduite cylindrique en fonte. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés.* Note de **M. L. Gruner**, présentée par M. Combes.

« Dans le Mémoire publié sur le procédé Heaton en 1869, j'ai montré que 2 à 3 millièmes de phosphore ne nuisaient pas au travail de l'acier à chaud; que la résistance à la rupture, fixée par voie de traction *graduée*, en était même légèrement augmentée, mais que le phosphore accroissait en même temps l'*aigreur* du métal, en sorte que l'acier phosphoré avait moins de *corps* que l'acier pur.

» Depuis lors, en comparant l'acier Heaton aux aciers ordinaires, M. W. Fairbairn, de Manchester, est arrivé à des conclusions beaucoup plus favorables. Le savant ingénieur avait communiqué en 1867, à l'Association Britannique dans sa trente-septième session, les résultats de nombreuses expériences sur les *propriétés mécaniques* de l'acier. Il avait soumis à la triple épreuve de la *flexion*, de la *traction* et de la *compression* quarante-cinq barres d'acier, provenant des principaux fabricants de Sheffield. Or, l'année dernière, M. Fairbairn a exposé devant la même Association, dans sa trente-neuvième session, les résultats d'expériences identiques, faites sur six barres d'acier Heaton de l'usine de Langley-Mill et en a conclu la supériorité relative de ce dernier acier.

» Voici la traduction textuelle des conclusions de M. Fairbairn :

« L'acier Heaton montre dans la résistance à la flexion transversale une supériorité très-marquée sur tous les aciers précédemment essayés. Elle est représentée, en moyenne, par le rapport de 1,3 à 1.

» La *résistance vive élastique* de ces barres est même une fois et trois quarts plus considérable que celle de la moyenne des autres aciers, ce qui montre, ajoute M. Fairbairn, que l'acier Heaton est spécialement propre à résister à la fatigue produite par le *choc* (*force of impact*) et à de puissants *efforts transversaux*.

» La flexibilité et le coefficient d'élasticité de cet acier sont cependant un peu faibles, mais très-peu au-dessous de la moyenne générale.

» La charge moyenne de rupture des six barres Heaton est plus élevée que la moyenne générale; et comme, en même temps, l'allongement de ces barres est considérable, il en résulte une grande *résistance vive de rupture*.

» Enfin la résistance à la *compression* est également forte.

» En résumé, dit M. Fairbairn, l'acier Heaton peut être comparé avec avantage aux aciers des autres fabricants, et comme cet acier provient d'une fonte très-inférieure, on peut certainement envisager ce mode de fabrication comme un perfectionnement considérable du travail de l'acier, au point de vue de son prix de revient et de l'importance de sa production. »

» Ces résultats, rapprochés de ceux que m'avaient donnés les fontes de la Moselle, me surprirent au plus haut degré. L'épuration avait-elle été plus complète que lors des expériences dont j'ai rendu compte? ou bien le mode d'épreuves adopté par M. Fairbairn ne permet-il pas d'apprécier à tous les points de vue les défauts et les qualités mécaniques d'une barre d'acier?

» Il fallait constater avant tout le degré d'épuration que l'affinage au nitre avait réalisé. Je priai, en conséquence, M. Fairbairn de m'adresser des fragments des diverses barres qu'il avait essayées; et, en même temps, je fis venir de l'usine de M. Heaton un échantillon de la fonte avec laquelle les barres en question avaient été préparées. C'est une fonte peu graphiteuse, d'un gris clair qui m'a fourni à l'analyse :

Silicium.............	0,0210
Phosphore...........	0,0106
Soufre..............	0,0019

» On n'a pas dosé les autres éléments.

» Cette fonte a été affinée dans l'appareil Heaton avec 12,4 pour 100 de nitrate de soude du Pérou et 1,2 pour 100 de sable quartzeux. Le calcul montre, en partant des données de mon premier Mémoire, que cette proportion de nitre est insuffisante et que le métal affiné doit encore retenir des substances étrangères.

» L'analyse des six barres d'acier m'a donné, en effet :

Matières.	Numéros des barres					
	n° 1.	n° 2.	n° 3.	n° 4.	n° 5.	n° 6.
Carbone......	0,0049	0,0057	0,0052	0,0054	0,0054	0,0047
Silicium......	0,0010	0,0012	0,0016	0,0010	0,0012	0,0009
Phosphore....	0,0030	0,0023	0,0024	0,0024	0,0028	0,0023
Soufre.......	pas trace	au plus 0,0001	au plus 0,0001	au plus 0,0001	traces imperceptibles	pas trace

» On voit que les six échantillons se ressemblent beaucoup, ce qui s'accorde avec leur origine commune. Ce sont des aciers peu durs, se limant facilement, ne contenant que 0,005 à 0,006 de carbone, mais retenant encore 0,0023 à 0,0030 de phosphore.

» Il résulterait de là, en admettant les conclusions de M. Fairbairn, que, contrairement à l'opinion générale, 2 à 3 millièmes de phosphore, loin de nuire à la qualité de l'acier, tendraient plutôt à en rehausser la *résistance vive élastique* et la *résistance vive de rupture*.

» Ces conséquences sont, en effet, inévitables; seulement on ne doit pas en inférer, comme le fait M. Fairbairn, que ces aciers à haute résistance vive élastique sont, par cela même, propres à supporter les *effets vibratoires d'un choc*. Ces aciers se brisent dès que la pression s'exerce d'une façon quelque peu brusque. On peut montrer, à l'aide des tableaux mêmes de M. Fairbairn, que les six barres d'acier Heaton, dont je m'occupe, sont positivement *aigres* et *manquent de corps*. Le phosphore, tout en accroissant la résistance d'un acier aux efforts résultants de tractions et de flexions *graduées*, en augmente l'*aigreur* et le rend peu propre à supporter des ébranlements moléculaires.

» Observons d'abord, au sujet de ces tableaux d'épreuves, que la *tension maximum élastique* déduite des essais de flexion, doit nécessairement être toujours moindre que la *charge de rupture* du même acier, obtenue par voie de traction directe; qu'il peut arriver néanmoins, lors de cette épreuve par traction, qu'une barre se rompe, par suite de quelque légère secousse, avant même qu'elle se soit trouvée chargée jusqu'au maximum de sa tension élastique. Mais alors cela ne peut provenir, — lorsque les aciers sont d'ailleurs homogènes, comme le sont en général les aciers fondus, — que d'une certaine *aigreur*, qui elle-même est due, soit à l'excès de *dureté* du métal, soit à un *véritable manque de corps*. Or, lorsqu'on parcourt le tableau des premières expériences de M. Fairbairn, on voit que, sur les quarante-cinq barres d'origine diverse, trois seulement présentent cette anomalie d'une tension élastique supérieure à la charge de rupture; ce sont les numéros 1, 37 et 39 qui ont donné, dans le cas :

Du nº 1	pour la tension élastique maximum	37,96 ton	et pour la charge de rupture	30,53 ton
nº 37	»	39,75	»	39,08
nº 39	»	38,02	»	35,02

» Mais cette anomalie, due à l'aigreur, n'a rien d'extraordinaire, car, dans les trois cas, ce sont des aciers pour outils de tours dont l'extrême dureté ressort clairement de la faible contraction de la section de rupture et du faible allongement de la barre. Le tableau donne :

	Contraction	Allongement élastique.	Allongement permanent dû à la rupture.
Pour le n° 1	0,00[illegible]	0,006	0,0025
Pour le n° 37	0,02	0,0106	0,0106
Pour le n° 39	0,01	0,002	0,0012

tandis que la contraction des aciers doux dépasse souvent 0,50; leur allongement élastique 0,10 à 0,15, et l'allongement permanent 0,15 à 0,20.

» Si maintenant nous passons aux essais plus récents des six barres Heaton, nous trouverons des résultats tout à fait différents. Sur les six barres, deux se sont rompues avant d'avoir atteint la tension élastique maximum.

Le n° 2 a donné pour tension maximum	$47^{ton},27$	contre une charge de rupture de	$41^{ton},70$
et le n° 4 »	48,56	»	46,82

» Il y a donc là aussi *aigreur* manifeste, et cette aigreur ressort encore de cet autre fait, que, sur les six barres, quatre se sont rompues brusquement sans la moindre contraction, tout en éprouvant, avant de se déchirer, de forts allongements qui varient de 0,031 à 0,094. Mais l'aigreur ne résulte pas ici d'un excès de dureté. Les barres se sont rompues par suite d'un *manque de corps*.

» L'absence de dureté résulte non-seulement du fait que les barres renferment peu de carbone et se liment sans peine, mais encore des forts allongements que je viens de signaler et du degré de compression qui atteint 0,247 à 0,333 sous la pression de 100 tonnes par pouce carré, tandis que les aciers durs de la première série se sont rarement réduits sous la même pression de plus de 0,15 à 0,24.

» Ainsi donc, les aciers phosphorés sont *aigres* sans être durs.

» Une autre particularité de ces aciers phosphorés est d'être *rigides* et *fortement élastiques*. Lorsqu'on ramène par le calcul toutes les flèches, mesurées à la limite d'élasticité, à l'épaisseur uniforme d'un pouce anglais dans le sens de la flexion, on trouve que les flèches des six barres Heaton sont toutes comprises entre $1^{po},61$ et $1^{po},88$, tandis que la moyenne des autres barres est de $1^{po},30$ à $1^{po},50$ et dans trois cas seulement, sur les quarante-cinq barres, elle dépasse $1^{po},60$.

» C'est cette forte flexion élastique qui élève si haut, pour les aciers Heaton, la résistance vive élastique; mais il est évident que cette résistance vive ne représente en réalité que le travail de la barre, soumise à une charge *graduellement* croissante, et non celui qui résulte des effets vibratoires d'un choc.

» En résumé donc, on peut conclure :

» 1° Que le *phosphore* dans la proportion de 0,002 à 0,003 rend les aciers *rigides* et *élastiques;* il accroît leur *tension élastique* et leur *résistance vive de rupture*, sans modifier la dureté. Mais ces aciers, même peu carburés, *manquent de corps;* ils sont *aigres* sans être durs.

» 2° Pour apprécier ce manque de corps, la simple traction et la pression transversale sont insuffisantes; il faut nécessairement avoir recours aux épreuves par le choc.

» 3° Quant à l'efficacité du procédé Heaton pour la déphosphoration des fontes, les nouvelles analyses sont aussi peu concluantes que celles de mon premier Mémoire, puisque, dans les deux cas, la proportion de nitre était trop faible pour oxyder la totalité des éléments étrangers. »

« M. **Boussingault** dit qu'il partage complétement l'opinion émise par M. Gruner, à savoir : que l'on n'est pas suffisamment autorisé à admettre que le phosphore, à faibles doses, améliore les qualités de l'acier. M. Boussingault ajoute qu'un jeune savant, M. Salet, préparateur de M. Wurtz, a disposé un appareil fort ingénieux pour reconnaître les plus infimes quantités de phosphore dans le fer et l'acier : c'est par le *spectre* qui se manifeste durant la combustion du gaz hydrogène provenant de l'action de l'acide chlorhydrique sur le métal. »

TOXICOLOGIE. — *Tétanos traumatique guéri par le chloral.* Note de M. **Verneuil**, présentée par M. Wurtz.

« L'expérimentation ayant établi l'antagonisme qui existe entre la strychnine et le chloral, on pouvait s'attendre à trouver en ce dernier un agent antitétanique sérieux.

» Cet espoir semble se réaliser. Déjà M. Liebreich rapporte un succès rapide dans un cas de trismus.

» Un succès nouveau, et peut-être plus démonstratif, vient d'être obtenu dans mon service de l'hôpital Lariboisière, dans un cas de tétanos traumatique généralisé, et d'une extrême intensité.

» Un maçon, jeune et vigoureux, eut vers la fin de janvier, l'extrémité du médius droit écrasé par une pierre. Le tétanos se déclara le huitième jour, et en peu de temps envahit la face, les mâchoires, le cou, les muscles du rachis, de l'abdomen et des membres inférieurs. Il s'accompagnait de douleurs presque continues et excessives. On employa simultanément les

injections sous-cutanées avec l'hydrochlorate de morphine et le chloral à l'intérieur. L'action de ce dernier se montra, dès l'abord, aussi prompte que décisive : diminution de la contracture, apaisement presque instantané des douleurs, sommeil profond et durable.

» Le chloral suspendu, les accidents reparaissaient, pour céder de nouveau à la reprise du médicament, dont l'influence sédative se trouvait ainsi démontrée. La guérison complète exigea près d'un mois. Les doses quotidiennes variaient de 6 à 12 grammes, administrés en potion. L'estomac ne parut jamais affecté et digéra facilement des aliments copieux pendant toute la cure.

» J'ajoute qu'un autre tétanique actuellement traité par MM. les Drs Dubreuil, Lavaux et Onimus, est sur le point de devoir sa guérison à l'action combinée du chloral et des courants continus.

» Il est impossible encore de savoir si les succès se multiplieront, mais dès aujourd'hui la théorie et les faits autorisent à opposer le chloral à la plus redoutable des complications chirurgicales. »

M. Nélaton prend la parole et fait l'observation suivante :

« Avant d'entretenir l'Académie du traitement du tétanos par le chloral, il eût peut-être été bon que notre savant confrère attendît une expérimentation plus complète. En effet, le tétanos est une de ces affections que l'on a vu guérir par toutes les méthodes, et qui, par contre, a résisté à tous les moyens de traitement.

» Il n'est pas sans inconvénient d'annoncer, dans les Académies, des guérisons qui ne reposent que sur un très-petit nombre de faits. Or, dans le cas particulier, un seul fait ayant été cité, la Communication pourra paraître prématurée. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Découverte d'instruments de l'âge de pierre en Arabie et en Égypte.* Lettre de M. Richard à M. le Président.

« Alexandrie, 25 février 1870.

» L'année dernière, j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie des instruments de l'âge de pierre trouvés dans le Sahara. Je viens de découvrir de nouveaux ateliers :

» 1° Dans la péninsule arabique, au pied du mont Sinaï, je viens de visiter les montagnes Sinaétiques, avec M. l'ingénieur Rousseau et M. Émilien, commandant la *Louise et Marie*, bateau de la Compagnie de Suez. Le

26 janvier, nous campions à l'angle nord-est, formé par l'Ouadi-Tôr et la route tracée par Abbas-Pacha pour aller au mont Sinaï. Il y a là de petits mamelons d'argile jaunâtre, mêlée de gypse lamellaire; c'est sur ces mamelons que j'ai trouvé, en très-grande quantité, des instruments de différentes formes :

» Des *marteaux* en silex opaque, tacheté de points blanchâtres : ils semblent avoir beaucoup servi, surtout deux petits (7 à 8 centimètres de diamètre) de forme arrondie; l'un a 12 centimètres de diamètre, et est d'une nature de silex plus fine;

» Des *couteaux* en grand nombre, de 9 à 15 centimètres de longueur sur $1\frac{1}{2}$ à 2 centimètres de largeur : le bouton d'attache est négligé, ce qui fait supposer qu'on s'en servait sans manche. Une variété de ces couteaux a des boutons d'attache en saillie, au lieu d'être en forme d'échancrure.

» Il y a des pièces qui me paraissent complétement spéciales à cet atelier : deux ont la forme d'une tortue; d'autres peuvent être assimilées à des coins; d'autres encore ressemblent à un cône divisé en deux parties. Sont-ce des instruments? sont-ce simplement des *nuclei?*

» Parmi les *pointes de flèche* proprement dites, deux, dont l'une en eurite, ont une forme triangulaire très-prononcée; quatre, très-élégantes, dentelées, ont des échancrures pour les enfoncer dans la flèche.

» 2° Près du Caire (Égypte), dans le voisinage de la *Forêt-Pétrifiée*, j'ai trouvé des instruments en *grès pétrifié :* ce sont des haches d'une assez grande dimension, non polies. (A mon retour, je compte avoir l'honneur de montrer quelques-unes de ces pièces à l'Académie.)

» 3° A Thèbes (Égypte), le 23 décembre dernier, dans le voisinage des Tombeaux, j'ai recueilli beaucoup de pièces taillées. J'avais dressé un Arabe, appelé Saïd, à les reconnaître. En partant de Louqsor pour la Haute-Égypte, je priai M. le Chargé d'affaires du Consulat français dans cette ville de m'en faire chercher d'autres par mon Arabe, en lui disant que je les prendrais au retour; c'est ce qui a eu lieu.

» Depuis, j'ai lu, dans le journal *l'Égypte*, que MM. F. Lenormant et Hamy en avaient déjà trouvé dans le voisinage de Thèbes. »

M. A. Netter adresse, de Rennes, un Mémoire relatif au « Mécanisme de formation des lésions anatomiques récemment découvertes dans l'héméralopie épidémique ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Bouillaud.

M. **Marie** transmet à l'Académie le Mémoire sur les carrés magiques au sujet duquel il avait donné précédemment quelques indications.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Serret.

M. **Lacroix** adresse deux Mémoires relatifs à diverses questions d'hygiène.

Ces Mémoires seront soumis à l'examen de M. Andral.

M. **Émonet** écrit, de la Martinique, pour appeler l'attention de l'Académie sur les résultats obtenus par *M. É. Lagrange* dans la réalisation de systèmes moteurs électro-magnétiques.

L'Académie, n'ayant reçu jusqu'ici aucun document qui lui permette d'apprécier la valeur de ces résultats, devra attendre, pour émettre une opinion, que ces documents lui soient parvenus.

M. **Noiret** écrit, de Rouen, pour signaler à l'Académie un « Essai de typologie française » dont il est l'auteur.

L'Académie attendra que ce travail ait été porté à sa connaissance, pour juger si les matières qui y sont traitées se rapportent à la nature spéciale de ses travaux.

M. **Mansion** adresse une nouvelle Note concernant une solution, qu'il croit avoir trouvée, du problème de la quadrature du cercle.

On fera de nouveau savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision ancienne, l'Académie considère comme non avenues toutes les Communications relatives à cette question.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 mars 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Tube d'inversion. Critique scientifique et historique; par M. RICOUR. Paris, 1870; br. in-8°.

Études de Mécanique abstraite; par M. J.-M. DE TILLY. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique.*)

Cryptogamie illustrée, ou Histoire des familles naturelles des plantes acotylédones d'Europe. Famille des Champignons; par M. C. ROUMEGUÈRE. Paris, 1870; in-4° cartonné, avec planches.

Histoire des sciences médicales, comprenant l'Anatomie, la Physiologie, la Médecine, la Chirurgie et les doctrines de Pathologie générales; par M. Ch. DAREMBERG. T. Ier : *Depuis les temps historiques jusqu'à Harvey;* t. II : *Depuis Harvey jusqu'au* XIXe *siècle.* Paris, 1870; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Andral.)

Recherches expérimentales sur le rôle physiologique et thérapeutique du phosphate de chaux; par M. L. DUSART. Paris, 1870; in-12. (Adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1870.)

Mesures à prendre pour diminuer la mortalité des femmes en couches. Discours prononcé à la Société médicale des hôpitaux, dans la séance du 11 *février* 1870; *par* M. T. GALLARD. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Société scientifique et littéraire d'Alais, 2e bulletin. Alais, 1870; br. in-8°.

La liberté de l'enseignement supérieur. Réorganisation de l'enseignement médical; par M. F. DE RANSE. Paris, 1870; in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*)

L'injustice de Marco Pacha et ses abus; par NICO-BEY. Constantinople, 1869; br. in-8°.

Expériences exécutées en Belgique avec un canon de 223mm *en acier Krupp, en novembre* 1868 (d'après le Rapport officiel); *par* M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1870; br. in-8°, avec Atlas de 6 planches photographiques.

Expériences de tir exécutées en Russie, en 1869, *contre une cible type* Hercules, *avec un canon de* 279^{mm},4, *en acier fondu Krupp, se chargeant par la culasse* (traduction du *Journal de l'artillerie russe*, n° 12, 1869); *par* M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1870; br. in-8°.

De la viande crue (*musculine Guichon*) *et des potions alcooliques reconstituantes préparées à l'abbaye de Notre-Dame-des-Dombes* [par Villars (Ain)], etc. Paris, 1870; br. in-8°.

The Food Journal, mars 1870, n° 2, t. Ier. Londres, 1870; in-8°.

Path... *Marche de la phase totale de l'éclipse solaire du* 21-22 *décembre* 1870. Londres, 1870; br. in-8°.

Alcuni... *Quelques résultats préliminaires déduits des observations d'étoiles filantes publiées dans les éphémérides des années* 1868, 1869, 1870; *par* M. G.-V. SCHIAPARELLI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Gli organi... *De la sécrétion de l'acide sulfurique chez les gastéropodes, et des organes sécréteurs, avec un appendice relatif à d'autres glandes; par* M. P. PANCERI. Naples, 1869; in-4°.

Sopra... *Sur quelques parties de l'organisation du Céphaloptère* Giorna; *Mémoire de* MM. P. PANCERI *et* L. DE SANCTIS. Naples, 1869; in-4°.

Discorso... *Discours prononcé au Congrès agricole tenu à Foggia au mois de septembre* 1868, *par* M. A.-M. LOMBARDI. Foggia, 1869; in-4°. (2 exemplaires.)

Abhandlungen... *Mémoires publiés par la Société Senckenbergienne d'Histoire naturelle*, t. VII, 1re et 2e livraisons. Francfort, 1869; in-4° avec planches.

Bericht... *Comptes rendus des travaux de la même Société, juin* 1868 *à juin* 1869. Francfort, 1869; in-8°.

Schweizerische... *Observations météorologiques de la Suisse, décembre* 1868, *janvier et février* 1869. Sans lieu ni date; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut prie l'Académie de vouloir bien désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la prochaine Séance générale, qui doit avoir lieu le 6 avril prochain.

CHIMIE. — *Sur l'analyse et les applications de la gaize; par* **MM. H. Sainte-Claire Deville** *et* **J. Desnoyers** (1).

« Le compte rendu des expériences faites au laboratoire de Mézières (Ardennes) en 1839, par M. Sauvage, ingénieur des Mines, inséré dans le tome XVIII des *Annales des Mines* (1840), contient l'analyse d'une roche connue dans le département des Ardennes sous le nom de *gaize* ou *pierre morte*.

» D'après ce compte rendu, cette roche se trouve à la base de la formation crétacée; elle recouvre les argiles du gault. La puissance en est

(1) La Compagnie des Chemins de fer de l'Est m'a chargé d'un travail sur les terrains traversés par son réseau, travail à l'exécution duquel s'est adjoint le digne fils de notre savant confrère de l'Académie des Inscriptions. J'en extrais ce qui peut intéresser la science et présenter une utilité générale. H. Sainte-Claire Deville.

considérable; elle est de plus de 100 mètres au sud du département. C'est une pierre très-tendre, légère, d'une nuance grisâtre : soumise à une forte calcination, elle perd 0,08 de son poids; une dissolution de potasse lui enlève 0,56 de silice gélatineuse. Le résidu, en partie attaquable par l'acide chlorhydrique, consiste en silicate de fer, d'alumine, de potasse et de magnésie, puis en argile et en sable fin quartzeux.

» D'après l'analyse de M. Sauvage, confirmée par celles qui vont suivre, la gaize a la composition suivante :

Eau	0,080
Silice à l'état gélatineux	0,560
Sable vert très-divisé (chlorite)	0,120
Argile	0,070
Sable fin quartzeux	0,170
	1,000

» Dans le tome XX des *Annales des Mines*, M. Sauvage est revenu sur cette roche singulière. Il a analysé un échantillon pris dans la partie supérieure de la formation, sous la craie, lequel avait encore beaucoup de silice gélatineuse, mais renfermait aussi une forte proportion de carbonate de chaux.

» Un second échantillon de la partie moyenne de la formation était très-riche en silice soluble; il en contenait jusqu'à 68 pour 100. M. Sauvage signale dans son Mémoire un rapprochement d'un haut intérêt : en examinant les assises de l'étage jurassique de l'Oxford-Clay, il a trouvé en bancs nombreux et épais, au milieu des calcaires argileux et des marnes, une roche grise, tendre, légère, qui présente identiquement la composition de la gaize du pays de Vouziers.

» Dans la *Statistique géologique et minéralogique du département des Ardennes*, publiée à Mézières en 1842, par M. Sauvage, en collaboration avec M. Buvignier, le terrain qui renferme la gaize se trouve minutieusement décrit. Il est classé dans la partie supérieure des grès verts au-dessus du gault, lequel repose lui-même sur les sables verts; ceux-ci renferment les minerais de fer bien connus des environs du Grandpré et ces nodules si remarquables que l'on rencontre sur toute la ligne d'affleurement des sables, et qui sont aujourd'hui l'objet d'exploitations considérables. Ce terrain de gaize, qu'on commence à observer au sud d'Attigny, remonte la vallée de l'Aisne, dont il forme les coteaux, se développe beaucoup dans l'arrondissement de Vouziers, puis dans le département de la Marne, à Sainte-Ménehould, aux Islettes, et continue à affleurer dans la direction

du sud, pour se terminer en s'amincissant sur les côteaux de la rive droite de la Marne, en face de Révigny. La gaize à la partie inférieure, sur le gault, se charge d'argile, et à la partie supérieure, aux approches de la craie, elle s'imprègne de carbonate de chaux. MM. Sauvage et Buvignier signalent ce fait remarquable d'une roche si étendue et si épaisse, qui consiste en grande partie en silice hydratée; ils reviennent sur ce rapprochement singulier de la gaize avec certains bancs fort développés de l'Oxford-Clay, qu'on peut observer dans l'arrondissement de Rethel. Enfin, ils émettent l'opinion que ces roches siliceuses pourraient n'être qu'une agglomération de carapaces d'Infusoires (1).

» Lors de la construction récente du chemin de fer de Châlons à Verdun, le tracé a traversé dans sa largeur cette formation, et le souterrain des Islettes est tout entier dans la gaize.

» Les échantillons de gaize que nous avons soumis à une étude attentive et prolongée ont été recueillis sur les divers points du tracé de ce chemin de fer, entre Sainte-Ménehould et Clermont-en-Argonne. Ils avaient presque tous le même aspect. La roche est facile à couper au couteau, mais elle use très-rapidement le tranchant de la lame, elle est d'un gris-bleu pâle ou d'une couleur jaune pâle, tenant à la présence d'une quantité plus ou moins grande d'oxyde rouge de fer : sa composition est d'ailleurs très-variable d'une localité à l'autre. Nous en avons fait l'analyse immédiate en y recherchant la proportion de silice soluble dans une solution très-faible de potasse ($\frac{1}{10}$ de potasse hydratée du commerce) qu'on renouvelait par trois fois, jusqu'à ce que toute action dissolvante eût cessé.

» L'eau hygrométrique était dosée en chauffant la roche séchée à l'air dans une étuve à eau bouillante. L'eau de combinaison était obtenue en calcinant la matière pendant longtemps à une température très-élevée : on compte avec elles la matière organique et l'acide carbonique de la chaux. L'analyse élémentaire a été faite en fondant la roche pulvérisée avec son poids de carbonate de chaux pure, au feu d'une lampe alimentée par la benzine du commerce et dont la description a été donnée dans le tome XXXVII des *Annales de Chimie et de Physique*, p. 1003. Cette lampe a l'avantage de porter le creuset de platine employé dans l'analyse à une température

(1) M. Alphonse-Milne Edwards, qui a bien voulu, à notre prière, examiner ces échantillons de gaize au microscope, y a trouvé, en effet, quelques débris de corps organisés de forme cylindrique, ayant 4 à 5 centièmes de millimètre et ressemblant à des Bacillaires ou à des fragments de spécules de Spongiaires, mais n'y a rencontré aucun Foraminifère.

très-voisine du point de fusion du platine, sans toutefois l'atteindre. Le verre calcaire ainsi obtenu était dissous et traité par les méthodes de la voie moyenne publiées dans le tome XXXV des *Annales de Chimie et de Physique*, p. 242. Nous n'avons pas dosé les alcalis.

» Nous donnons ici quelques-uns des résultats des analyses sommaires que nous avons faites sur la gaize. Ces analyses auront, sans doute, quelque intérêt à cause de l'usage qu'on pourra faire de cette roche, qui, jusqu'ici, n'est utilisée que comme pierre à bâtir, quand elle n'est pas trop gélive.

Numéros d'ordre (1).	Eau hygrométrique.	Eau combinée.	Silice soluble.	Silice insoluble.	Alumine.	Sesquioxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Somme.
1.	3,3	4,2	38,3	40,6	5,5	4,0	1,5	0,8	98,2
2.	4,1	5,2	36,3	40,8	6,6	4,3	2,6	0,8	100,7
4.	4,1	4,3	39,6	39,3	7,7	3,9	1,7	0,4	100,0
5.	3,4	3,2	43,7	40,8	3,8	2,9	0,9	0,0	98,7
9.	3,0	2,4	44,8	42,0	5,1	2,5	0,3	0,0	100,1
12.	3,5	8,0	29,2	40,6	7,0	4,4	4,5	0,5	97,7
14.	3,9	5,4	31,9	41,8	8,3	3,4	3,0	1,0	98,7
17.	2,7	2,3	47,0	40,3	3,7	2,7	0,5	traces	99,2
18.	2,9	7,2	39,2	39,0	3,8	2,0	4,1	1,0	99,2
23.	3,4	23,5	30,0	24,7	5,2	2,5	9,5	1,6	100,4
24.	4,2	3,9	46,2	38,4	4,5	3,4	traces	traces	100,6

(1) Ces numéros, donnés par l'ingénieur de la Compagnie de l'Est, sont en rapport avec la distance des gisements comptée à partir de Sainte-Ménehould.

N° 1. Tranchée de la route de Vitry-le-Français au piquet 440, pris au milieu de la tranchée : bancs variant de 50 à 60 centimètres d'épaisseur, gélive et employée aux remplissages.

N° 2. Tranchée de la gare de Sainte-Ménehould au piquet 449 : gaize tendre et gélive.

N° 4. Tranchée de l'ancienne route impériale près de Crèvecœur : un peu plus dure que le n° 1.

N° 5. Carrière de la Côte-Billon, en face du piquet 461 : gélive et employée aux remplissages.

N° 9. Carrière du plateau de la Grange-aux-Bois : bancs compactes, durs, résiste en élévation aux intempéries, employée aux constructions.

N° 12. Tête Reims du souterrain, au niveau du rail : gaize noire, très-dure, se délitant à l'air.

N° 14. Sur le chemin, au-dessus de la tête : grise, assez dure, se délitant à l'air.

N° 17. Carrière du haut de la côte de Biesme : employée aux constructions, résiste aux intempéries.

N° 18. Intérieur du souterrain : gaize noire et compacte, se désagrége à l'air.

N° 23. Tranchée de la butte aux Canons, piquet 514; prise à 3 mètres au-dessus de l'argile noire : gaize très-tendre.

N° 24. A moitié du talus de droite : gaize peu dure, compacte et se délitant à l'air.

» Ce tableau nous montre que certains échantillons peuvent être considérés comme de la silice pure ou à peu près pure. Or les emplois de la silice sont aujourd'hui fort nombreux. On s'en sert pour la verrerie, pour la fabrication du silicate ou verre de soude, ou de potasse soluble, pour la fabrication de briques aujourd'hui fort estimées et dont la matière première est constituée par du silex broyé.

» La gaize se travaille avec la plus grande facilité au pic et au ciseau. Rien n'est plus simple que d'en composer des blocs qu'on équarrit sans peine. De là l'idée nous est venue d'étudier les effets de la cuisson forte ou modérée sur cette roche, dans l'espoir qu'on pourrait obtenir ainsi facilement et à bas prix des pièces de four ou de hauts fourneaux en une matière presque aussi réfractaire que la silice pure.

» La gaize brute a pour densité apparente 1,48, ce qui en fait une pierre très-légère. Chauffée au rouge vif, cette densité devient égale à 1,44; nous avons déterminé le retrait cubique qui est très-faible et égal à 0,022 du volume primitif. Le retrait linéaire, trois fois plus petit, est donc négligeable.

» Un creuset, pris dans une masse de gaize et travaillé au tour, a supporté la température de fusion du fer sans se fendre et sans se déformer, et sans donner des traces bien apparentes de fusion. Il avait été rempli de fragments de fonte de fer.

» Il faut conclure de là que rien ne serait plus facile que de tailler dans cette matière molle, avant sa cuisson, des briques, des pièces de four et de hauts fourneaux, même des creusets, de les cuire à une basse température, ce qui leur donne une très-grande dureté et une très-grande résistance à l'écrasement et au choc, pour s'en servir dans les opérations de l'industrie des métaux, peut-être même dans les constructions. Nous appelons l'attention des industriels sur cette matière.

» Il est bien évident qu'il faudra choisir de préférence les portions de la roche qui contiennent le moins de fer et le moins de chaux, ce qu'indiquent nos analyses. Les creusets fabriqués au tour dans des blocs de gaize ne peuvent pas être comparés aux creusets de pâte homogène faits avec de l'argile convenablement pétrie et travaillée. L'oxyde de fer n'y est pas répandu uniformément. Aussi les creusets très-fortement chauffés que nous montrons à l'Académie présentent à leur surface, et dessinées en noir, les stries plus ou moins fines et colorées en rose qu'on trouve sur la roche à l'état brut. Mais la pâte elle-même se comporte comme de la silice à peu près pure, c'est-à-dire qu'elle est réfractaire quand elle provient d'une gaize convenablement choisie.

» Au lieu de la silice hydratée de l'est de la France ou de la gaize, on rencontre en grandes masses dans le midi de la France de l'alumine également hydratée ou bauxite. Cette matière, sur laquelle l'un de nous (voyez *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXI, p. 309) a publié un Mémoire descriptif et analytique, est aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Le Chatelier, employée comme matière réfractaire : elle est destinée, sans doute, à rendre de grands services. En outre, dans la grande usine de M. Merle, à Alais, on emploie la bauxite pour fabriquer l'aluminium, l'alumine, l'aluminate de soude et du sulfate d'alumine absolument exempt de fer. Il est probable que la gaize est destinée à prendre aussi sa place parmi les matières premières que l'industrie peut utiliser, et que cette matière si intéressante, dont le savant directeur des Chemins de fer de l'Est a depuis plus de trente ans découvert la composition et la situation géologique, trouvera enfin d'utiles applications. C'est pour les provoquer que nous avons publié cette Note. »

M. Élie de Beaumont fait observer que la présence de la silice gélatineuse dans la *gaize* de l'est de la France et la manière particulière dont cette roche se conduit sous l'action de la chaleur, d'après les remarquables expériences de MM. Henri Sainte-Claire Deville et Desnoyers, acquièrent un nouveau degré d'intérêt par le rapprochement qu'on peut en faire avec certains faits observés dans d'autres contrées.

« Depuis que les analyses de M. Sauvage, dit M. Élie de Beaumont, m'ont fait connaître la présence de la silice gélatineuse dans la gaize de l'Argonne, il m'a paru très-probable que la craie tuffeau des bords de la Loire (Bourée, environs de Tours, de Saumur, etc.), qui fournit aux départements de l'Ouest de si belles pierres de taille, doit à la présence de la silice gélatineuse la propriété qu'elle possède de se couper très-facilement dans la carrière et de durcir fortement par l'exposition à l'air. Je crois qu'on doit attribuer à la même cause les propriétés de la craie tuffeau de Reigate, dans le comté de Surrey, en Angleterre (*Reigate fire stone*), propriétés qui la font rechercher pour la construction des fours, et qui lui ont fait donner le nom de *pierre à feu*.

» Ces roches appartiennent au même horizon géologique que la gaize de l'Argonne, et elles ont en commun avec la gaize un *facies* particulier dont le caractère le moins difficile à définir est une esquillosité *sui generis*. Ce facies se retrouve dans certaines couches du terrain crétacé inférieur situées au même niveau géologique dans d'autres régions, notamment dans le

Jura, dans les montagnes du département de l'Isère (Villard-de-Lans), de Bollène (Vaucluse), etc. Cela pourrait conduire à penser que la propriété de déposer de la silice gélatineuse, de même que celle de déposer des grains verts de silicate de protoxyde de fer (glauconie) et des nodules de phosphate de chaux, a été, à un moment donné, le caractère des mers de la période crétacée, dans une partie de l'Europe. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Note sur quelques dérivés cristallisés des hydrocarbures de la houille; par* **M. Des Cloizeaux** (1).

« Les produits obtenus par M. Rommier au moyen de l'action de l'acide nitrique sur les hydrocarbures de la houille, solubles ou insolubles dans l'acide sulfurique, donnent la plupart, dans l'alcool, des cristaux bien déterminables. L'examen de ces cristaux m'a conduit à reconnaître et à séparer :

» I. Dans les produits des hydrocarbures insolubles dans l'acide sulfurique :

» 1° Le binitroxylène fusible à 92 degrés, déjà signalé par Fittig. Il appartient au système clinorhombique, et il offre des prismes rhomboïdaux obliques de 98°40′, dont la base fait, avec les faces latérales, un angle de 120°30′, et dont la diagonale horizontale de la base, sa diagonale inclinée et la hauteur du prisme sont entre elles comme les nombres

$$D:d:h::654,213:756,310:418,993.$$

» 2° Le binitromésitylène, fusible à 86 degrés, qui se présente en aiguilles d'aspect soyeux, terminées par un biseau, et paraissant orthorhombiques, comme l'a annoncé Hoffmann. Les cristaux peuvent être rapportés à un prisme rhomboïdal droit, dans lequel les deux diagonales de la base et la hauteur offrent le rapport

$$D:d:h::769,214:638,991:191,909.$$

» II. Dans les produits des hydrocarbures solubles dans l'acide sulfurique :

» 1° Binitroxylène α, cristallisant sous forme de lames minces, transparentes et éclatantes. Ces lames appartiennent au système clinorhombique; elles peuvent être dérivées d'un prisme rhomboïdal oblique de 85°30′, dans lequel l'inclinaison de la base sur le plan h^1 est de 119°20′, et le rapport

(1) *Voir* la Note de M. Rommier, p. 641.

entre la diagonale horizontale de la base, sa diagonale inclinée et la hauteur du prisme est celui des nombres

$$D : d : h :: 427,235 : 530,181 : 904,140.$$

» A travers la face h^1, qui est toujours prédominante, et suivant laquelle a lieu l'aplatissement des cristaux, on voit, dans l'huile, à l'aide du microscope polarisant, deux systèmes d'anneaux orientés dans un plan normal à l'arête d'intersection $\frac{p}{h^1}$, et dont la forme et les couleurs annoncent une belle dispersion des axes optiques et une très-forte dispersion *inclinée*.

» 2° Binitroxylène β, plus soluble dans l'alcool que le précédent, et se déposant, en partie avec lui, en partie après lui, dans la dissolution alcoolique qui les renferme tous deux. Les cristaux de ce corps sont très-fragiles, faiblement translucides, et ils appartiennent au système triclinique. Leur forme est celle d'un parallélépipède obliquangle de 109 degrés, dont la base fait, avec les faces latérales m et t, des angles de 96° 42′ et 95 degrés, et qui porte, sur trois angles solides de sa base, les modifications a^1, e^1, i^1. Les deux côtés de la base sont à la hauteur dans le rapport

$$b : c : h :: 1000 : 1213,926 : 650,314.$$

» 3° Le binitrocumène α, qui ne s'est encore présenté qu'en petites lames lenticulaires, groupées en roses, et de forme indéterminable.

» 4° Le binitrocumène β, fusible à 86 degrés, qui n'a encore fourni que de fines aiguilles à éclat soyeux, à peu près opaques, dont les faces sont trop arrondies pour pouvoir se prêter à des mesures précises.

» Ces déterminations, quoique incomplètes pour les deux cumènes, prouvent que les produits dérivés des huiles de houille sont encore plus nombreux qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et qu'ils exigent de nouvelles investigations. Elles montrent aussi une fois de plus, par l'exemple des deux variétés de binitroxylène, dont les cristaux incompatibles ont une grande tendance à se former ensemble, avec quelle prudence on doit se prononcer sur certaines propriétés, et notamment sur le point de fusion, de corps isomères qu'il est souvent si difficile de séparer complétement les uns des autres. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la position des trachées dans les Fougères* (cinquième Partie); *propagules du rhizome du* Blechnum occidentale; *par* **M. A. Trécul.**

« Dans l'avant-dernière séance, j'ai dit que, dans le rhizome du *Blechnum occidentale,* arrivé à son plus complet développement, il n'existe ni vaisseaux annelés, ni vaisseaux spiraux dans la partie inférieure et dans la partie supérieure des mailles du réseau vasculaire, et que l'on ne trouve quelques vaisseaux annelés et des traces de petits vaisseaux spiraux que tout près de l'insertion des faisceaux pétiolaires. Des vaisseaux spiraux et annelés étant observés dans toute la longueur des très-jeunes rhizomes qui sont produits par la modification de l'extrémité d'un faisceau ordinairement radicigène, inséré à la base de chaque maille du système vasculaire de la tige, je vais décrire succinctement la structure de ces propagules du rhizome (1).

» Sur deux plantes contenues dans un petit pot d'environ 8 centimètres de diamètre, ce mode de propagation était renouvelé dix fois. Le faisceau par lequel chaque propagule s'insère sur la plante mère ne diffère en rien, par sa structure et par sa dimension, du faisceau qui donne ordinairement des racines à la même place. Il est réniforme à son point d'attache au bas de la maille, et, un peu au-dessus, ses plus petits vaisseaux sont à la périphérie, et principalement ou seulement aux deux extrémités du grand diamètre, qui est horizontal, absolument comme dans les faisceaux radicigènes de même origine. Quelquefois le groupe vasculaire est canaliculé sur sa face antérieure, et parfois il l'est aussi sur sa face intérieure, comme pour attester sa constitution binaire. Près de sa sortie de la tige ou plutôt de la base du pétiole, ce groupe vasculaire devient d'ordinaire cylindrique, plus rarement il reste un peu canaliculé au côté supérieur. Là, près de l'insertion extérieure, il forme, avec l'écorce qui l'enveloppe, un cylindre de 1 millimètre à $1^{mm},5$ de diamètre, qui grossit graduellement en s'allongeant. Le corps vasculaire central s'épaissit dans la même proportion; mais bientôt les vaisseaux disparaissent de son centre, où ils sont remplacés par des cellules plus étroites qu'eux et à parois minces. Les plus petits vaisseaux sont répartis à la circonférence, et les gros sont inégalement distribués autour de l'axe cellulaire nouvellement formé.

---

(1) Les vaisseaux spiraux de ces jeunes rhizomes ont déjà été signalés à la page 487 de ce volume.

» Autour de ce corps vasculaire, est une zone d'utricules étroites représentant le tissu dit du *système cribreux* et deux ou trois rangées de cellules un peu plus larges à l'extérieur de celui-ci. Cette zone est recouverte d'une écorce dont les cellules internes sont brun-jaunâtre, à parois épaissies, et le parenchyme moyen à peu près incolore dans les jeunes organes, tandis qu'à la surface de cette écorce est une strate épaisse de quatre à cinq cellules étroites et brun-jaunâtre comme les cellules internes. Dans les propagules plus âgés, toutes les cellules corticales de cette partie inférieure de l'organe peuvent avoir les parois noirâtres.

» Dans la partie vasculaire tubuleuse, les vaisseaux, d'abord inégalement répartis, se disposent avec plus de régularité autour de la région centrale purement cellulaire, et un peu plus haut une scission s'effectue à la face supérieure de ce tube. Le corps vasculaire tubuleux s'ouvre donc longitudinalement de ce côté, simulant alors sur la section transversale une sorte de fer à cheval. Cette fente s'élargissant de bas en haut du propagule, le tissu brun périphérique y pénètre, refoule sur les côtés les cellules centrales étroites et incolores, qui vont constituer le tissu cribreux de la face interne du système vasculaire.

» Les extrémités du fer à cheval, ou mieux les bords de la gouttière, d'abord obtus et d'épaisseur égale aux autres parties de la figure, s'atténuent un peu. Chacun de ces bords contient un petit groupe de vaisseaux spiraux et annelés (1). C'est la première indication des faisceaux foliaires.

» Vers la même hauteur, sur le côté opposé du système vasculaire, il se manifeste au fond de la gouttière une éminence à laquelle correspond un peu plus haut l'insertion de la première racine adventive. Immédiatement au-dessus de l'insertion de ce faisceau radiculaire, le fond de la gouttière s'ouvre, et l'on a alors deux faisceaux à section transversale oblongue, convexe extérieurement, un peu concave sur la face interne. Chaque nouveau bord de ces faisceaux est pourvu aussi d'un groupe de vaisseaux spiraux et annelés. Là, près de leur séparation, au-dessus de l'insertion de la racine, les deux faisceaux sont rapprochés. Ils sont plus divergents sur l'autre côté, où la scission du tube a commencé. Sur ces deux bords plus anciens des faisceaux tigellaires, les deux premiers faisceaux foliaires s'accusent de plus en plus, et bientôt ils s'isolent de ceux de la tige.

---

(1) Les vaisseaux spiro-annelés sont pourvus d'une fine membrane quand les anneaux ou les tours de spire sont écartés, tandis que des vaisseaux à spiricules serrées mais déroulables, ne laissent pas apercevoir de membrane.

» Ces deux faisceaux foliaires grêles et cylindroïdes, qui ont leurs vaisseaux spiraux et annelés sur leur côté dorsal, s'écartent de plus en plus de ceux dont ils émanent, tandis que, de l'autre côté des deux faisceaux de la tige, deux autres faisceaux foliaires se séparent de la même manière.

» En même temps l'un des deux faisceaux de la tige tend à se diviser. A quelque distance au-dessous du point où il doit le faire, on peut remarquer déjà sur sa face externe un groupe de petits vaisseaux parmi lesquels sont des vaisseaux spiraux et annelés. Un nouveau faisceau radiculaire en émerge un peu plus haut, puis la bifurcation s'effectue. Cette nouvelle bifurcation constitue la troisième maille du jeune rhizome. Des bords de cette maille sort à une certaine hauteur une autre paire de faisceaux foliaires. Une quatrième maille survient bientôt par la division du second faisceau primaire. Avec elle apparaît un nouveau faisceau radiculaire et une quatrième paire de faisceaux foliaires.

» Des quatre faisceaux de la tige qui existent alors, les deux qui bordent la maille la plus ancienne se rapprochent, et en se fusionnant ils ferment cette maille à la partie supérieure. Un peu plus haut les deux autres faisceaux, qui limitent la deuxième maille apparue, ferment celle-ci de la même manière. On peut n'avoir plus alors que deux faisceaux tigellaires, mais plus loin ils se divisent de nouveau pour produire des mailles nouvelles. Je n'ai point vu une telle division donner au rhizome plus de cinq faisceaux à la fois.

» Voyons maintenant ce que deviennent les faisceaux foliaires qui ont été mentionnés. Toute cette partie inférieure du jeune rhizome ne porte pas de feuilles. Il n'existe à la surface de la tige, ordinairement près du côté gauche de chaque racine adventive ou un peu plus haut, qu'une petite protubérance quelquefois à peine sensible dans le bas du rhizome, mais qui s'élève davantage à mesure qu'elle naît plus haut sur la tige. C'est dans chacune de ces protubérances que va se terminer chaque paire de faisceaux foliaires. Les deux faisceaux de la même paire semblent s'y accoler à la façon des deux dorsaux du pétiole des feuilles adultes; ce qui paraît indiquer que, dans cette plante, ce sont les faisceaux supérieurs, quoique plus forts, qui naissent des dorsaux, et non ces derniers des supérieurs.

» Vers l'époque à laquelle le rhizome possède ses cinq faisceaux tigellaires, les feuilles parfaites apparaissent. Toutes celles que j'ai observées possédaient les deux faisceaux principaux ou supérieurs et les deux dorsaux insérés sur le côté externe de ceux-ci, et ces dorsaux se réunissaient en un seul un peu au-dessus de la base du pétiole.

» De plus, la zone des cellules brunes qui entoure les faisceaux dans la partie inférieure du jeune rhizome dégénère dans les parties plus élevées en groupes de cellules noires placées sur les deux faces des faisceaux. De ces cordons noirs, contigus aux faisceaux de la tige, s'en détachent d'autres qui accompagnent les faisceaux du pétiole. Les deux faisceaux supérieurs en ont un plus gros sur la face interne, un plus petit sur la face externe. Les deux faisceaux dorsaux n'en ont qu'un seul chacun sur la face interne, et ils se réunissent pendant la fusion des deux groupes vasculaires.

» Tels sont les principaux traits de l'organisation et du singulier mode de propagation des rhizomes du *Blechnum occidentale*. »

PHYSIQUE. — *Notice sur les variations de la capacité calorifique de l'eau vers le maximum de densité; par* **M. Hirn** (1).

« MM. Pfaundler et Platter ont publié récemment les résultats d'une série d'expériences qui ont eu pour objet de déterminer la capacité calorifique de l'eau à des températures très-rapprochées de son maximum de densité. Ces expériences tendraient à prouver que, bien loin d'être à peu près constante et égale à 1, comme on l'admet, cette capacité varierait au contraire très-notablement.

» C'est ce que montre le tableau que ces physiciens ont calculé à l'aide d'une formule qui traduit leurs expériences dans les limites de température où elles ont été exécutées, tableau dont je donne ici un extrait :

Température.	Capacité calorifique.	Quantité de chaleur par gramme d'eau.
0,00	1,0000000	0,0000000
0,50	0,9647665	0,4901831
1,00	0,9512754	0,9683880
1,50	0,9548597	1,4443022
2,00	0,9712580	1,9253810
2,50	0,9966152	2,4170511
3,00	1,0274821	2,9228712
3,50	1,0608154	3,4449419
4,00	1,0939781	3,9836931
4,50	1,1247388	4,5385174
5,00	1,1512726	5,1077287
5,50	1,1721601	5,6888467

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

Température.	Capacité calorifique.	Quantité de chaleur par gramme d'eau.
6,00	1,1863882	6,2787546
6,50	1,1933497	6,8740215
7,00	1,1928436	7,4078372
7,50	1,1850746	8,0656524
8,00	1,1706537	8,6647692
8,50	1,1505976	9,2353647
9,00	1,1263292	9,8056156
9,50	1,0996774	10,3612944
10,00	1,0728772	10,9042000

» On voit que les capacités à 1°,25 et 6°,75 diffèrent entre elles de près de 20 pour 100. Une telle variabilité, supposée réelle, est de nature à frapper tous les physiciens; elle constituerait une singularité de plus à ajouter à celle que présente l'eau vers 4 degrés; elle condamnerait les résultats d'un grand nombre d'expériences qui ont été faites par divers physiciens, et à l'aide d'eau prise entre zéro et 12 degrés, sur la capacité calorifique d'autres corps, sur les chaleurs de combinaison, etc., etc.

» Ces considérations, dont chacun sentira l'importance, et que MM. Pfaundler et Platter ont d'ailleurs eux-mêmes fait ressortir, m'ont engagé à vérifier le fait par une méthode radicalement différente. MM. Pfaundler et Platter ont eu recours à la méthode bien connue des mélanges : deux masses d'eau exactement pesées, et prises à des températures différentes exactement mesurées aussi, étaient mêlées rapidement, puis on prenait la température du mélange. On comprend aisément comment, à l'aide d'un nombre suffisant d'expériences de ce genre faites dans des conditions variées de poids et de températures, on arrive à résoudre le problème posé.

» Voici le principe sur lequel repose la méthode que j'ai substituée à la précédente : « Ajouter successivement à une même masse d'eau des quantités, égales entre elles, de chaleur, et mesurer l'accroissement de température produit par chacune de ces additions. »

» Pour obtenir ces additions égales de chaleur, j'ai eu recours à un véritable thermomètre à eau, de très-grandes dimensions, que j'échauffais toujours à une même température, que je plongeais dans la masse d'eau soumise à l'expérience, et que j'y laissais toujours redescendre à une même température. Le réservoir de ce thermomètre était en fer-blanc, de forme cylindrique ($0^m,04$ de diamètre sur $0^m,15$ de hauteur), et contenait environ 200 grammes d'*eau;* il était muni d'un tube mince en verre, portant

deux traits de repère, dont la distance pouvait être changée à volonté. Je chauffais le réservoir sur une lampe à esprit-de-vin, jusqu'à ce que la colonne d'eau dépassât d'un centimètre ou deux le repère supérieur; j'attendais que, par suite du refroidissement, elle affleurât de nouveau le trait, puis je plongeais dans l'eau du calorimètre que j'agitais fortement; au moment où la colonne thermométrique affleurait le trait inférieur, je retirais le thermomètre.

» On voit que ce mode d'expérimentation est en quelque sorte l'inverse de celui qu'ont employé d'une façon si originale MM. Favre et Silbermann : tandis que ces habiles physiciens ont transformé le thermomètre en calorimètre, je l'ai, de mon côté, transformé en *calorifère*. Les deux températures, supérieure et inférieure, de mon thermomètre, et par conséquent la quantité de chaleur abandonnée par lui dépendaient uniquement de la distance des repères; il m'eût été très-facile de les évaluer, et de connaître ainsi la quantité absolue de chaleur cédée; mais cela était complétement inutile pour le but que je me proposais. Je ferai à la fin de ce Mémoire l'examen critique des fautes que peut donner cet instrument.

» L'eau soumise à l'expérience était contenue dans un vase cylindrique en laiton très-mince, de $0^{m},2$ de diamètre sur $0^{m},38$ de hauteur, porté sur quatre petits pieds et placé dans une boîte cylindrique en carton, doublée de drap intérieurement, de $0^{m},28$ de diamètre sur $0^{m},44$ de hauteur. Il existait ainsi entre les parois de ces deux cylindres une couche d'air de $0^{m},04$ d'épaisseur. Un couvercle en bois s'engageait exactement dans la boîte en carton et posait sur le calorimètre de manière à mettre l'eau à l'abri de l'air externe. Ce couvercle était pourvu d'ouvertures donnant passage aux divers thermomètres, etc., etc. Le poids de cette eau s'élevait à 9700 grammes; celui du calorimètre était de 672 grammes; ce qui représente 63 grammes d'eau environ; j'évalue à 20 grammes au plus le poids d'eau que représentaient l'agitateur et les thermomètres dont je vais parler : ce poids total de 83 grammes n'est, comme on voit, qu'une fraction négligeable du poids de l'eau elle-même. L'appareil était placé dans un appartement dont, grâce à la saison, j'ai pu facilement régler la température entre zéro et 20 degrés, de façon à la tenir toujours presque semblable à celle de l'eau.

» Ainsi qu'on le verra, il est résulté de l'ensemble de ces dispositions que la température du calorimètre était d'une stabilité remarquable d'une expérience à l'autre : en un quart d'heure les plus fortes variations ne s'élevaient qu'à $0^{o},1$; et comme l'expérience proprement dite ne durait pas

deux minutes, il n'y avait pas à s'occuper de cette variation en plus ou en moins. Mon but ici, comme dans tous mes travaux antérieurs, a été d'annuler les perturbations accessoires au phénomène à étudier, et d'éluder les corrections; et j'ai complétement réussi en ce sens.

» La difficulté principale à vaincre était la mesure exacte des accroissements de température produits dans l'eau par chaque addition de calorique. Ces accroissements, en effet, étaient petits : ils variaient entre 1 degré et 1°,6, selon la distance des repères du *thermomètre-calorifère;* il fallait les évaluer à coup sûr à un centième près. 1° Pour reconnaître *approximativement* la température centigrade, j'ai eu recours à un thermomètre à mercure, à échelle arbitraire, sur laquelle l'intervalle de zéro à 100 degrés était divisé en 1102,5 parties ; on verra bientôt que ce thermomètre, construit par M. Salleron, était très-bien exécuté. 2° Pour mesurer les différences de température, je me suis servi d'un thermomètre à air, que je vais décrire avec quelques détails. Le réservoir de ce thermomètre était un ballon de verre ordinaire, de $0^{lit},55$ de capacité, au col duquel étaient scellés deux tubes : l'un en verre épais, d'un faible diamètre intérieur; l'autre capillaire et filiforme, en cuivre; ces deux tubes traversaient le couvercle en bois du calorimètre. Le premier était solidement scellé dans ce couvercle, qui servait ainsi de support au réservoir et le maintenait sous l'eau. A l'aide d'une soupape pressant sur l'extrémité de ce tube de verre, je pouvais à volonté ouvrir à l'air libre, ou fermer hermétiquement le thermomètre. L'extrémité libre du tube en cuivre était mastiquée dans l'extrémité supérieure d'un tube vertical en cristal de 1 mètre de longueur, divisé en demi-millimètres. Le bas de ce tube était, à l'aide d'un autre tube parallèle, mis en communication avec un réservoir cylindrique en fer-blanc, placé de telle sorte que, quand il était rempli du liquide indicateur, la colonne de ce liquide s'élevait dans le tube divisé jusqu'au zéro de l'échelle métrique. La section du réservoir en fer-blanc était près de onze cents fois plus grande que celle du tube divisé : le niveau du liquide de ce réservoir restait donc sensiblement à la même hauteur relative, quelle que fût la dépression dans le tube.

» Le liquide indicateur auquel j'ai eu recours était d'abord une huile de schiste très-fluide, bouillant à 180 degrés, d'une densité de 0,9016 à zéro, dont le coefficient de dilatation entre zéro et 15 degrés était 0,0008159. J'ai ensuite substitué à cette huile de l'alcool d'une densité de 0,83359 et dont le coefficient de dilatation entre zéro et 15 degrés était 0,0010723. Un thermomètre attaché au tube métrique donnait la température du liquide et permettait de ramener la densité à zéro par le calcul.

J'ai eu soin d'introduire dans le ballon de verre 1 ou 2 grammes d'acide sulfurique monohydraté, pour sécher continuellement l'air et absorber les traces infinitésimales de vapeur d'huile ou d'alcool qui auraient pu rentrer par le tube capillaire en cuivre.

» L'emploi de ce thermomètre est très-commode et des plus faciles.

» Le calorimètre étant rempli d'eau à une température très-voisine de zéro, et le couvercle étant en place avec les deux thermomètres, je notais la hauteur barométrique et la température de l'eau indiquée par le thermomètre à mercure; puis je fermais la soupape en caoutchouc et j'échauffais l'eau, comme je l'ai dit plus haut, à l'aide du *thermomètre-calorifère*. La colonne d'huile ou d'alcool s'abaissait alors dans le tube divisé, et quand elle était devenue stationnaire, je notais sa dépression, et, accessoirement, la température donnée par le thermomètre à mercure.

» Soient maintenant V le volume du ballon, s la section du tube métrique, Δ la densité du mercure, δ celle de l'huile ou de l'alcool à zéro, β le coefficient de dilatation du liquide, λ le coefficient de dilatation cubique du verre du ballon, α le coefficient de dilatation de l'air, h_0 la dépression du liquide indicateur, B la hauteur du baromètre au moment de la fermeture de la soupape, B' la hauteur au moment où l'on observe h_0. On a évidemment

$$\frac{\Delta}{\delta}B' + \frac{h_0}{1+\beta a} = \frac{\Delta}{\delta}\left(\frac{BV}{V+sh_0}\right)\left(\frac{1+\lambda i}{1+\alpha i}\right)\left(\frac{1+\alpha t}{1+\beta t}\right),$$

i étant la température initiale de l'eau, t sa température finale, a la température du liquide indicateur. Il n'y a pas lieu de faire de correction pour l'air, en quantité très-faible, contenu dans le tube capillaire, ni de ramener à la température i l'air poussé du ballon dans le tube indicateur et ayant pour volume $h_0 s$.

» Nous avons au cas particulier $\frac{\Delta}{\delta} = 15,0674$ pour l'huile, et $\frac{\Delta}{\delta} = 16,310211$ pour l'alcool. La section du tube métrique étant $0^{mq},0000037184$, le volume du ballon était $0^{mc},00055$. J'ai admis $\alpha = 0,003665$ et $\lambda = 0,000025$. Il vient ainsi, toute réduction faite : avec l'huile :

$$15,0674B' + h_0 = \left(\frac{2253,45}{149,558 + h'_0}\right)\left(\frac{1+0,000025i}{1+0,003665i}\right)\left(\frac{1+0,003665t}{1+0,000025t}\right);$$

avec l'alcool :

$$16,310211B' + h_0 = \left(\frac{2439,323}{149,558 + h'_0}\right)\left(\frac{1+0,000025i}{1+0,003665i}\right)\left(\frac{1+0,003665t}{1+0,000025t}\right),$$

h'_0 étant la dépression observée, et h_0 la dépression ramenée à zéro.

» On peut opérer de trois façons distinctes avec ce thermomètre :

» 1° Rouvrir la soupape avant chaque addition de chaleur, de sorte que la pression initiale de l'air du ballon soit toujours B. En raison du peu de durée des expériences, on a alors, du moins par un temps calme, $B' = B$, et l'équation précédente, résolue par rapport à t, donne correctement l'accroissement $(t - i)$ de température.

» 2° Laisser la soupape de caoutchouc fermée d'un bout à l'autre des expériences. Il vient alors

$$h_1 - h_0 = (2253{,}45 \text{ ou } 2439{,}32)\left(\frac{1 + 0{,}000025\,i}{1 + 0{,}003665\,i}\right) \times \left[\frac{(1 + 0{,}003665 f)}{(1 + 0{,}000025 f)(149{,}558 f + h_1)} - \frac{(1 + 0{,}003665\,t)}{(1 + 0{,}000025\,t)(149{,}558 + h'_1)}\right],$$

h_1 et h_0 désignant deux dépressions successives avant et après l'addition de chaleur, t la température répondant à h_0 donnée par le thermomètre à mercure, et f la température finale cherchée. L'accroissement correct de température dû à l'addition de chaleur est ici encore $(f - t)$.

» 3° Enfin laisser la soupape fermée aussi, et supposer B invariable; puis calculer alors, à l'aide du thermomètre à air seul, toutes les températures du calorimètre.

» Il est visible qu'avec ces trois modes de calcul, les accroissements de température trouvés sont toujours sensiblement corrects, et qu'il n'y a que les températures initiales successives, données soit par le thermomètre à mercure, soit par le thermomètre à air, qui puissent différer de la réalité. L'erreur sur celles-ci dépend naturellement du plus ou moins d'exactitude du thermomètre à mercure ou de la stabilité de la pression barométrique. Je ne sais si l'espèce de thermomètre à air que je viens de décrire a déjà été employée. Par sa simplicité, son bon marché et son exactitude, il se recommande aux physiciens qui ne disposent point de cathétomètres, qui travaillent sans aide, et qui, par suite de leur isolement, sont condamnés à construire eux-mêmes tous leurs appareils. L'instrument constitue de fait un thermomètre différentiel donnant les accroissements de température avec exactitude et à 0°,01 près, lorsqu'on s'en sert dans des conditions convenables. Ces conditions reposent uniquement sur l'état de l'atmosphère. Il arrive (rarement, il est vrai) que la pression barométrique varie de minute en minute, et que l'on ne peut plus, pour une même expérience, poser $B' = B$; il est clair qu'alors l'exactitude de la mesure de $(t - i)$ dépend d'une double observation barométrique, et que l'emploi d'un liquide seize fois moins dense que le mercure ne présente plus aucun avantage.

» Toute une suite d'expériences que j'ai exécutées dans l'après-midi du 17 février a été faussée par de pareilles variations de pression atmosphérique, bien qu'en apparence le temps fût très-calme. Dans deux autres cas (les matinées des 17 et 18 février), la pression barométrique est restée si stable, pendant cinq heures de suite, que j'ai pu, sans aucune crainte d'erreur, appliquer le troisième mode de calcul à l'évaluation des températures.

» Le tableau ci-contre contient les résultats de trois séries d'expériences que j'ai faites dans des conditions favorables et variées.

» L'ensemble de ces nombres et leurs variations relatives ne concordent pas avec ceux que donnerait la table de MM. Pfaundler et Platter. Il est clair que les différences de température produites par des additions de quantités toujours identiques et très-petites de chaleur procèdent précisément en raison inverse de la capacité calorifique : elles croissent ou diminuent quand celle-ci diminue ou croît. Au cas particulier, et si la loi de MM. Pfaundler et Platter était correcte, les différences que j'obtenais devraient donc être plus grandes entre $0^{\circ},5$ et 2 degrés qu'entre 5 et 8 degrés, et puis grandir de nouveau un peu de 8 à 12 degrés. Il est même, comme je vais le montrer, facile de voir à combien s'élève la discordance de mes nombres avec ceux que donne la loi de ces physiciens. Dès que je me suis aperçu d'une discordance, j'ai redoublé d'attention et de soins.

» Le travail avec lequel mes expériences se trouvent en désaccord a été exécuté évidemment par des mains habiles, et à l'aide d'une méthode des plus simples; il est impossible de voir où se trouve l'origine d'une erreur. C'est donc de mon côté que j'ai tout d'abord cherché celles-ci.

» Bien que la marche de mes deux thermomètres concorde très-tolérablement, comme le montrent les tableaux précédents, j'ai commencé par soupçonner un défaut caché dans le thermomètre à air, et je l'ai remplacé provisoirement par un thermomètre différentiel à alcool, que je dois à l'obligeance de M. Walferdin, et qui divise le degré centigrade en soixante-quinze parties de zéro à 5 degrés. Voici les résultats que j'ai obtenus :

Température initiale.	Température finale.	Différence.
o	o	o
0	1,015	1,015
1,013	2,004	0,991
1,99	2,993	1,003
2,987	3,987	1,000
3,976	4,98	1,004
4,971	5,96	0,989
5,957	6,94	0,983

I.

i	t	δt	ρ
0°,635	2°,295	1°,660	1
2,313	3,961	1,648	
3,991	5,591	1,602	1,1266
5,669	7,281	1,612	
7,211	8,802	1,591	1,2291
8,798	10,359	1,561	
10,340	11,891	1,551	0,987
11,836	13,362	1,526	
13,333	14,848	1,515	

i température du thermomètre à mercure.

t température du thermomètre à air.

$\delta t = t - i$.

Le liquide du thermomètre à air est l'huile de schiste.

II.

i_0	t	i	f	δt	ρ
0°,500	1°,725	0°,500	1°,703	1°,203	1
1,759	2,929	1,714	2,905	1,195	
2,929	4,126	2,893	4,089	1,196	1,10407
4,127	5,298	4,080	5,251	1,171	
5,306	6,531	5,251	6,415	1,164	1,1968
6,440	7,601	6,361	7,526	1,165	
7,483	8,753	7,469	8,630	1,161	1,186
8,719	9,870	8,626	9,771	1,145	
9,841	11,015	9,750	10,899	1,149	1,0571
10,993	12,108	10,871	12,034	1,163	
12,109	13,231	12,024	13,156	1,132	
13,197	14,331	13,124	14,247	1,123	
14,286	15,350	14,219	15,358	1,139	

III.

i_0	t	i	f	δt	ρ
0°,317	1°,769	0°,317	1°,741	1°,424	1
1,769	3,175	1,714	3,127	1,413	
3,175	4,562	3,137	4,513	1,376	
4,762	5,932	4,511	5,875	1,364	
5,932	7,302	5,883	7,226	1,343	1,167
7,256	8,626	7,243	8,587	1,344	
8,589	9,977	8,583	9,900	1,317	
9,932	11,283	9,900	11,231	1,331	1,0165
11,247	12,607	11,204	12,548	1,344	
12,526	13,832	12,511	13,833	1,322	
13,786	15,102	13,781	15,077	1,296	
15,056	16,372	15,027	16,344	1,317	
16,326	17,605	16,301	17,603	1,302	

i_0 température initiale du thermomètre à mercure.

t température finale du thermomètre à mercure.

i température initiale du thermomètre à air.

f température finale du thermomètre à air.

$\delta f = f - i$.

Le liquide du thermomètre à air est l'alcool.

» Quoique moins réguliers que les nombres fournis par le thermomètre à air (1), ceux-ci ont pourtant encore visiblement la même marche. J'ai donc porté la critique sur le thermomètre-calorifère. Voici les défauts qui lui sont évidemment inhérents :

» 1° Par chaque immersion, il se mouille et emporte par suite un peu d'eau : la masse d'eau en expérience va donc en diminuant. Une vérification faite en ce sens m'a montré que la quantité enlevée s'élevait à 1 gramme à peine chaque fois. Les 9700 grammes se réduisaient donc de 15 grammes au plus en quinze opérations, ce qui est insignifiant.

» 2° Le réservoir du thermomètre-calorifère étant très-grand, il est impossible que, pendant l'immersion, toute la masse de liquide qui s'y trouve soit partout, à chaque instant, à la même température; comme thermomètre, cet instrument indiquerait faux si de la hauteur de la colonne à l'état de mouvement on voulait conclure la température qu'a l'eau à chaque instant.

» Toutefois, comme l'opération se faisait toujours de la même manière, les quantités de chaleur fournies ne pouvaient pas non plus varier par la raison dont je parle; j'ajoute d'ailleurs que j'ai essayé de laisser alternativement l'instrument parfaitement tranquille, ou de le faire pirouetter vivement sur lui-même pendant l'immersion, afin de mêler les couches internes : il n'en est résulté aucune différence.

» 3° Une source d'erreur possible et plus grave est celle-ci. Quelque pure que soit l'eau du thermomètre, quelque bien dégraissé que soit le tube de verre, il reste des gouttelettes d'eau attachées intérieurement au tube, quand la colonne se retire par le refroidissement; ces gouttelettes pouvant varier en quantité d'une opération à l'autre, il est clair que la course *réelle* de la colonne n'est plus mesurée correctement par les deux repères et que les quantités de chaleur fournies au calorimètre varient entre elles au lieu d'être constantes. C'est, je pense, à cette cause d'erreur qu'il faut exclusivement rapporter l'irrégularité de mes nombres différentiels. Mais, somme toute, les écarts de ces nombres sont très-petits et montrent que les erreurs commises sont renfermées dans des limites très-resserrées. Ces petites erreurs ne masquent en aucune façon la loi suivant laquelle marchent les différences de température dues à chaque addition

---

(1) Cette irrégularité tient à l'imperfection de ce genre de thermomètre, dont l'index indicateur ne revient jamais à sa position après deux oscillations égales et contraires de température.

de chaleur : ils vont en diminuant lentement à partir de zéro jusqu'aux températures où s'arrêtent mes expériences.

» J'ajoute, du reste, qu'au début, j'avais rempli d'alcool, au lieu d'eau, le réservoir du calorifère; ce liquide *mouillait* toujours parfaitement les parois du tube de verre, et la quantité de liquide restant attachée à ces parois ne pouvait varier d'une expérience à l'autre. Et cependant les différences de température obtenues par chaque addition de chaleur procédaient de la même manière qu'avec le calorifère plein d'eau.

» La colonne (ρ) des tableaux I, II, III, dont je vais indiquer la construction, nous montre d'ailleurs que la discordance de mes résultats avec ceux de MM. Pfaundler et Platter dépasse de beaucoup l'étendue des erreurs possibles de mes expériences. Ainsi que je l'ai dit, ces physiciens ont exprimé la marche de leurs nombres à l'aide d'une équation empirique, dont la forme est

$$q = t + \alpha t^2 + \beta t^3 + \gamma t^4 + \delta t^5;$$

q est ici la quantité de chaleur nécessaire pour porter de zéro à t la température de 1 kilogramme d'eau.

» En désignant par M la masse d'eau de mon calorimètre, on aura donc

$$Q = M(t + \alpha t^2 + \beta t^3 + \gamma t^4 + \delta t^5)$$

pour la quantité de chaleur fournie à chaque fois par le thermomètre-calorifère et nécessaire pour échauffer l'eau de zéro à t. Comme cette quantité est une constante, on devrait trouver pour Q des valeurs égales entre elles, en introduisant dans l'équation, supposée juste, n'importe lequel des accroissements successifs $(t_0 - i_0)$, $(t_1 - i_1)$, ...

» Si donc les valeurs successives ainsi trouvées pour Q ne sont pas semblables, nous serons obligés d'en conclure : 1° ou que les quantités de chaleur fournies par le thermomètre à eau ne l'étaient pas non plus; 2° ou que l'équation ci-dessus ne répond pas aux faits. En prenant pour unité l'une quelconque de ces valeurs de Q, et en divisant successivement toutes les autres par elle, les rapports

$$\frac{Q_1}{Q_0}, \quad \frac{Q_2}{Q_0}, \quad \frac{Q_3}{Q_0},$$

nous indiquerons la grandeur relative des fautes de l'un ou l'autre genre. Ce sont ces rapports qui figurent dans la colonne ρ. On voit que l'une des valeurs, celle qui répond à l'accroissement de 5°,251 à 6°,415 (II), dépasse de près d'un cinquième la première, prise pour unité, ce qui ferait croire que mon calorifère a fourni un cinquième de chaleur de moins dans cette

expérience que dans la première. Je n'hésite pas à dire qu'une pareille différence est absolument inadmissible. Dans la série d'expériences que donne le tableau (III), les traits de repère du tube thermométrique étaient écartés de $0^m,5$; il faudrait donc que l'eau restée en arrière dans le tube eût été équivalente à $0^m,1$ de hauteur de plus dans un cas que dans l'autre, ce qui est impossible. Il est d'ailleurs visible que les valeurs de ρ ne procèdent point au hasard : elles croissent jusque vers la température où se trouverait, d'après MM. Pfaundler et Platter, la capacité maximum, et puis elles décroissent de nouveau. Les trois valeurs de ρ que j'ai calculées sur les tableaux (III) et (I) sont dans le même cas. Il découle de toutes ces considérations, que la capacité calorifique de l'eau aux environs du maximum de densité ne varie pas à beaucoup près de la manière indiquée par le tableau de MM. Pfaundler et Platter.

» Mes expériences, je n'hésite pas non plus à le dire maintenant, ne sont pas encore assez rigoureuses, les nombres qu'elles fournissent pour δt ne marchent pas assez régulièrement, pour qu'il m'ait semblé utile d'en tirer ne fût-ce qu'une équation empirique.

» Mais ce qui découle pourtant avec évidence de mes nombres, c'est que leurs différences vont en diminuant *lentement* de zéro jusqu'aux températures où je me suis arrêté, et que, par conséquent, la capacité calorifique de l'eau va *en croissant lentement* aussi entre ces limites.

» Je dis *lentement*: il est toutefois facile de s'assurer que cet accroissement est plus rapide que ne l'indiquerait la loi

$$q = t + 0,00002t^2 + 0,0000003t^3,$$

d'où

$$\frac{dq}{dt} = C = 1 + 0,00004t + 0,0000009t^2,$$

trouvée par M. Regnault pour les hautes températures.

» En effet, ici aussi nous devons avoir, pour deux expériences différentes,

$$(q_1 - q_0) = (q_3 - q_2),$$

$$q_1 - q_0 = (t_1 - t_0) + 0,00002(t_1^2 - t_0^2) + 0,0000003(t_1^3 - t_0^3),$$

$$q_3 - q_2 = (t_3 - t_2) + 0,00002(t_3^2 - t_2^2) + 0,0000003(t_3^3 - t_2^3).$$

Or, si nous prenons la première et la dernière expérience du tableau (II), où les accroissements $(1°,703 - 0°,5)$ et $(15°,358 - 14°,219)$, nous trouvons

$$q_1 - q_0 = 1^{cal},20305,$$

$$q_3 - q_2 = 1^{cal},13989,$$

valeurs très-différentes l'une de l'autre. Je me propose de continuer mes recherches, en allant à des températures de 40 degrés ou plus, pour voir où commence la concordance avec la loi de M. Regnault.

» En terminant ce travail, je pense qu'il n'est pas inutile de dire qu'avant de recourir à l'espèce de *thermomètre-calorifère* que j'ai décrit, j'avais songé à échauffer l'eau du calorimètre à l'aide de la chaleur produite par la combinaison de poids toujours égaux d'acide sulfurique monohydraté, avec de la soude en excès mise dans l'eau; j'ai même fait un bon nombre d'expériences de cette manière. Mais, outre qu'on aurait pu objecter que je modifiais les propriétés de l'eau, en y ajoutant ainsi un corps étranger (sulfate sodique), je n'ai pas tardé à reconnaître que l'emploi de cette méthode, beaucoup plus pénible en elle-même, puisqu'il fallait changer et peser l'eau à chaque expérience pour ne pas trop augmenter la dose de sulfate sodique, que l'emploi de cette méthode, dis-je, conduisait à des irrégularités très-grandes, dont je n'ai pas tardé à avoir la clef. Les unes résultent d'une difficulté expérimentale : si vite qu'on pèse, l'acide, s'il est concentré, s'hydrate plus ou moins et dégage déjà une partie de la chaleur disponible. Les autres, bien plus importantes, dérivent d'un phénomène particulier très-curieux : lorsque, pour échapper à la cause d'erreur précédemment indiquée, on opère sur de l'acide étendu préalablement d'eau, on reconnaît aisément qu'en se combinant avec la soude ou la potasse, cet acide dégage d'autant moins de chaleur qu'il a été préparé depuis plus longtemps, ce qui prouve que l'acide monohydraté qu'on étend d'eau ne dégage pas de suite toute la chaleur disponible due à l'hydratation.

» Ce phénomène, déjà signalé par Graham, me suggère une réflexion qui, tout au moins, n'est pas par trop hasardée, qui d'ailleurs sera promptement confirmée ou infirmée par l'expérience, et qui est tout à fait à sa place ici. Ne se peut-il pas qu'un même corps, qu'une même masse d'eau, par exemple, recevant une même quantité de chaleur, prenne des températures différentes selon *la manière* dont se fait l'addition de chaleur ?

» Dans la méthode d'expérimentation que j'ai employée, on *force* une quantité constante d'eau à recevoir des quantités successives et constantes aussi de chaleur.

» Dans la méthode de MM. Pfaundler et Platter, on *combine* (que l'on me permette cette expression) deux masses d'eau à deux températures différentes.

» Est-il sûr que les résultats themométriques *instantanés* soient les mêmes ? Est-il sûr que, dans le second cas, toute la chaleur en excès, emmagasinée

dans la masse la plus chaude, se manifeste au thermomètre au moment même de sa dispersion dans la masse plus froide?

» Et la divergence qui existe entre le travail de MM. Pfaundler et Platter et le mien ne reposerait-elle pas ainsi sur les phénomènes eux-mêmes?

» On comprendra aisément pourquoi je cherche à expliquer plutôt que de me borner à critiquer. En disant que le travail des physiciens allemands me paraît irréprochable, je n'obéis pas à un sentiment de pure courtoisie. Je n'ai point, d'un autre côté, à juger mon propre travail. Je dirai seulement, qu'en raison même de la divergence que je signale, j'ai mis six semaines de recherches et de réflexion à exécuter, ce qui autrement ne m'eût pas coûté plus de trois jours d'expérimentation. »

PATHOLOGIE CHIRURGICALE. — *Observations relatives à une Communication récente de* M. Verneuil, *sur les effets thérapeutiques du chloral; par* **M. Guyon.**

« Une Communication importante, au point de vue médical, a été faite dans la dernière séance, celle du 14 : la guérison d'un cas de tétanos par l'administration du chloral (1). Il a donné lieu à cette observation qu'on n'en pouvait rien conclure sur l'efficacité de cet agent contre le tétanos, par la raison qu'on en guérit *par toutes les méthodes*. C'est, en effet, ce qu'ont vu tous les praticiens, et c'est ce que j'ai vu moi-même, sur une grande échelle, sous les Tropiques d'abord, puis en Algérie (2). D'un autre côté, nous perdons de vue trop souvent, dans l'appréciation des remèdes, que bien des maladies, même souvent les plus graves, guérissent sans aucune intervention de l'art, et par les seuls efforts de la nature.

» Dans mon appréciation personnelle, et jusqu'à ce qu'on trouve un spécifique contre le tétanos, si tant est qu'il en soit un, ce qu'il y a de mieux à faire dans cette redoutable maladie, c'est de chercher à en ralentir la marche par des rémissions (je n'oserais dire des *intermissions*), et à lui imprimer ainsi une sorte de chronicité, résultat qu'on obtiendrait par des anesthésiques sagement administrés durant les crises ou exacerbations de la maladie. C'est sous ce point de vue que le chloral me paraîtrait avoir exercé une action réellement efficace dans le cas qui fait le sujet de la

---

(1) La même Communication, faite par M. Wurtz, mentionnait un cas de trismus, également guéri sous l'administration du chloral, ainsi qu'un autre cas de tétanos, *mais encore en traitement*, sous l'administration du même agent.

(2) Il y régnait dans les trois provinces, et à la fois sur l'homme et sur des animaux, dans le premier semestre de 1839. Les animaux étaient des chevaux et des mulets de la garnison d'Oran.

Communication précitée (1). L'action du chloral, dans le tétanos, serait donc, selon nous, une action seulement anesthésique. Toujours est-il que les idées que nous venons d'émettre ont reçu leur application, sans que nous ayons eu à le regretter, dans bon nombre de cas de tétanos qui se sont offerts à Alger, en juin 1837, par suite d'une expédition dans les environs de cette ville. Le chloroforme était l'anesthésique auquel nous avions recours, administré sous forme d'inhalation.

» Dans les possessions anglaises des deux Indes, on oppose généralement, au tétanos, le vin de Madère à haute dose, mais on ne peut en espérer quelque succès qu'autant que son administration est suivie d'une prostration, d'une résolution complète des forces. Or ce résultat s'obtient difficilement, malgré l'emploi du liquide à la plus forte dose; car, dans le tétanos, comme dans quelques autres maladies, où le principe de la vie est si profondément atteint, les organes restent insensibles à l'action des agents les plus énergiques. Ainsi, dans neuf cas de tétanos traumatique qui se sont présentés en Algérie (hôpital d'Oran), durant le mois de juillet 1835, l'opium gommeux porté jusqu'à la dose de 30 grains, en une seule fois, n'avait pu amener le narcotisme. J'ajoute que, sur les neuf malades, sept ont guéri, et que, chez tous, les moyens employés avaient été, avec l'opium, de fortes déplétions sanguines au bras et des applications réitérées de sangsues le long et des deux côtés du rachis.

» Je m'arrête là sur un sujet où l'abondance des faits me porterait certainement trop loin. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Action du sulfure de carbone et des gaz carburés sur le charbon de bois.* Note de **M. Sidot**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Becquerel, Dumas, Boussingault, Balard, H. Sainte-Claire Deville.)

« Dans un précédent travail, j'ai montré que le sulfure de carbone était décomposé par le charbon, que celui-ci augmentait de poids, et que du soufre était mis en liberté. En poursuivant ces recherches j'ai examiné

(1) N'a fait que calmer les accidents dans un cas de rage dont M. Bouley entretenait dernièrement l'Académie de Médecine.

comment le sulfure de carbone agit sur certains corps organiques de nature végétale ou animale.

» Dans un tube de porcelaine, j'introduis de petits faisceaux de bois, sur lesquels je commence par faire passer, à froid, de la vapeur de sulfure de carbone, afin d'expulser tout l'air du tube. Ce premier résultat obtenu, je chauffe le tube lentement et graduellement, jusqu'à la chaleur rouge, pendant une heure environ.

» Après le refroidissement, on trouve dans le tube des baguettes d'un charbon différant, par ses propriétés physiques, du charbon ordinaire. Les essences de bois les plus diverses, le buis, le frêne, le charme, le lilas, le sureau et le liége peuvent donner naissance à ce nouveau charbon. Ce qui le distingue avant tout, c'est sa sonorité, entièrement semblable à celle des corps réputés les plus sonores, tels que l'acier, l'argent, l'aluminium, le cristal, etc. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie quelques échantillons de ces charbons sonores. Lorsqu'on en suspend un au moyen d'un fil et qu'on le frappe dessus, il rend un son métallique.

» Voulant obtenir avec ce charbon un instrument sonore, j'ai tourné une sonnette en bois de frêne, et je l'ai soumise à l'action du sulfure de carbone d'après le procédé que je viens de décrire. Ce morceau de frêne est devenu une sonnette, que je présente également à l'Académie : elle donne un son comparable à celui d'une sonnette en métal de même diamètre. Je conclus de ces faits qu'il serait facile de reproduire la gamme avec un claque-bois en charbon, et de construire un harmonica avec des clochettes pareillement en charbon. Les bois très-durs semblent donner les sons les plus purs et les plus harmonieux.

» Les mêmes charbons, que leur élasticité distingue si nettement des charbons ordinaires, s'éloignent encore de ces derniers par leur grande conductibilité pour la chaleur et l'électricité. J'estime qu'ils pourraient peut-être remplacer les charbons de la pile de Bunsen.

» Les crayons qu'on en compose donnent une lumière électrique beaucoup plus intense que la lumière que l'on obtient avec le charbon des cornues à gaz. Ce charbon conducteur s'échauffe à la façon d'un métal, et devient progressivement incandescent dans toute la masse, sans s'allumer sur un de ses points, comme le charbon ordinaire; il se refroidit aussitôt qu'on l'a retiré du feu. On peut le caractériser, au point de vue de la conductibilité, en disant que c'est du *charbon de bois transformé en coke*.

» J'ai obtenu des résultats analogues avec le lin, le chanvre, le coton, le papier, la soie.

» Le charbon que j'ai obtenu avec le bois possède l'éclat métallique, mais cet éclat n'est que superficiel.

» Il a une densité plus grande que celle du charbon de bois.

» Il n'absorbe plus sensiblement les gaz. Je ferai remarquer, à ce propos, qu'en chauffant à haute température le bois dans un creuset rempli de braise finement pulvérisée, on obtient aussi un charbon dénué de propriétés absorbantes, et, de plus, bon conducteur.

» Le sulfure de carbone n'est pas le seul agent de cette remarquable transformation du bois en charbon sonore et conducteur.

» L'esprit de bois, les carbures d'hydrogène, etc., changent semblablement le bois en charbon élastique et conducteur. Il y a plus : je me suis assuré qu'en faisant passer de la vapeur d'alcool méthylique sur du bois chauffé au rouge, dans un tube de porcelaine, cette vapeur se trouve décomposée, et qu'en même temps les parois intérieures du tube se tapissent d'un charbon très-singulier. Ce charbon, en effet, se présente sous la forme de filaments longs de 1 centimètre, constituant une espèce de coke soyeux et mousseux, d'un blanc d'argent. Ces filaments paraissent être formés par de petites boules juxtaposées. »

CHIMIE. — *Note sur le cobalt, le manganèse et leurs alliages avec le cuivre.* Note de **M. A. Valenciennes.**

(Commissaires : MM. Becquerel, Dumas, Boussingault, Balard, H. Sainte-Claire Deville.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux spécimens de cobalt et de manganèse fondus, préparés par mes soins à l'usine de produits chimiques de Saint-Denis, qui appartient aujourd'hui à la Pharmacie centrale de France.

» Le cobalt a été fondu dans un creuset de magnésie, renfermé lui-même dans un creuset de plombagine. Le culot, dégrossi au tour, a l'aspect du fer poli. Il est plus dur que lui ; cependant il se tourne facilement, et l'on a pu obtenir des rubans tordus en spirales, semblables à ceux qui se forment lorsqu'on tourne du fer de bonne qualité.

» Le manganèse a été obtenu en réduisant, par le charbon, du bioxyde pur, dans un creuset de magnésie brasqué avec de l'oxyde. Il formait un seul culot, qui s'est cassé facilement sous le marteau. Il est aigre et très-dur. Au moment où il venait d'être cassé, les fragments de métal étaient blancs comme la fonte. Il s'altère rapidement à l'air, en se transformant en oxyde rouge intermédiaire.

» Il m'a paru curieux de montrer, à côté de ces métaux rares, leurs alliages avec un métal commun tel que le cuivre.

» Le cobalt, qui paraît avoir beaucoup d'analogie avec le fer, s'allie cependant plus facilement que lui au cuivre. J'ai obtenu des alliages fondant à la température de fusion du cuivre, ductiles et pouvant être martelés, si l'on a soin de les recuire.

» Le manganèse a beaucoup d'affinité pour le cuivre. J'ai préparé un alliage contenant 20 pour 100 de manganèse, avec lequel j'ai obtenu cinq échantillons, titrant 3, 5, 8, 12, 15 pour 100. Tous ces alliages ont une grande ressemblance avec ceux du cuivre et de l'étain. Comme eux, ils sont durs, sonores, et fondent facilement.

» L'alliage à 15 pour 100 est d'une couleur grise, très-dur et cassant. Il fond comme le bronze et se coule sans difficulté. Préparé depuis longtemps, il ne paraît pas avoir subi d'altération.

» L'alliage à 12 pour 100 est encore aigre et cassant. Lorsqu'il vient d'être tourné, sa couleur est grise, mais il prend bientôt la coloration jaune du laiton. Il est également très-dur.

» Les titres inférieurs (3, 5, 8 pour 100 de manganèse) sont ductiles, et il semble que le manganèse donne du liant au cuivre. On a pu les marteler, les passer au laminoir et les réduire en feuilles aussi minces que le laiton ordinaire.

» J'ai pensé qu'il était intéressant de signaler ces faits, car il serait possible que l'industrie pût utiliser les propriétés de ces alliages, si elle parvenait à les produire avec économie. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note complémentaire sur l'assainissement des hôpitaux* (1); *par* **M. C. Wœstyn.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« ... Je viens proposer pour brûler, de la manière la plus économique, les poussières organiques, de les concentrer dans des cadres filtrant, remplis de ouate d'amiante, que l'on disposerait soit à la sortie de l'air des salles, soit dans la cheminée d'appel, en ayant soin de leur donner une surface telle que le passage de l'air ne soit pas gêné. Des grilles faites d'amiante, et à mailles suffisamment lâches, retiendraient la ouate.

» Après une durée que l'expérience ferait apprécier, on enverrait, dans

(1) Voir *Comptes rendus* (séance du 14 mars 1870).

l'appareil en place, une flamme de gaz active, pour opérer la combustion des miasmes rassemblés et rendre ainsi à l'appareil sa première efficacité.

» En plaçant ces filtres au-dessus des grilles de gaz dont j'ai parlé dans ma précédente Communication, on pourrait à volonté griller les miasmes d'une façon continue ou par intermittence, après leur concentration dans la ouate... »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Observations sur la nouvelle Communication de* M. C. Wœstyn; *par* **M. le général Morin.**

« A l'occasion de la Communication de M. C. Wœstyn, je crois devoir faire remarquer que le nouveau procédé de désinfection de l'air vicié extrait des salles des hôpitaux ventilés, proposé par cet habile et honorable fabricant de sucre, qui est aussi un chimiste distingué, ne me paraît pas plus praticable en grand que celui qu'il avait indiqué à la séance précédente.

» En effet, si le premier procédé, qui consistait à brûler les matières et les corps organisés contenus dans cet air, conduisait, comme l'auteur le reconnaît aujourd'hui, à une dépense de chaleur ou de combustible inadmissible, le nouveau moyen qu'il propose, bien que fondé sur des expériences parfaitement authentiques, ne présente guère moins de difficultés pour l'application en grand.

» J'ignore si l'amiante retiendrait, comme le coton en carde, les matières organiques; mais, ce qui me paraît évident, c'est ce que des couches de ces matières, suffisamment épaisses pour atteindre le but, créeraient au mouvement de l'air un obstacle tel, que la puissance motrice déterminée soit par un appel, soit par un appareil mécanique et qui serait capable de produire par heure, dans un pavillon d'hôpital de cent lits, l'évacuation de 6000 à 9000 mètres d'air, reconnus nécessaires pour son assainissement, devrait être accrue dans une proportion énorme.

» L'expérience prouve, en effet, que la présence de simples toiles d'araignées, dans les conduits d'air des poêles à eau chaude et dans les gaînes d'évacuation de l'hôpital Lariboisière, suffit pour y arrêter le passage de l'air, même quand il y serait, sans ces obstacles, animé de vitesses de $0^m,80$ et plus en une seconde.

» La Chimie a d'autres moyens plus simples, et, je crois, plus efficaces, d'atteindre le but proposé, et M. le Secrétaire perpétuel en a indiqué plusieurs.

» N'y a-t-il pas lieu d'ailleurs de faire remarquer que le déversement, dans l'atmosphère d'une ville de deux millions d'habitants, de l'air vicié sortant d'hôpitaux de six cents lits, et dont le volume s'élève au maximum à 45000 ou 50000 mètres cubes par heure, ne peut exercer sur la salubrité générale de la cité qu'une influence insensible, et, en tous cas, bien inférieure à celle de tous les gaz, de toutes les exhalaisons ou émanations produites par l'habitation, par les ateliers, etc. Le résultat serait donc hors de proportion avec les moyens employés.

» Mais la purification de cet air fût-elle même obtenue, quels moyens aurait-on de constater son efficacité bienfaisante sur l'état sanitaire de la ville? Aucun, évidemment; car c'est à peine si, aujourd'hui, après plus de vingt ou trente ans d'applications, l'administration de l'Assistance, malgré ses soins incessants, a pu établir d'une manière incontestable que le renouvellement abondant et régulier de l'air dans l'intérieur des salles des hôpitaux produit, pour le rétablissement des malades et pour la diminution de la propagation des affections contagieuses, des effets sensibles, quoique cela paraisse tellement évident, que personne n'ose les contester.

» Ce n'est donc pas dans cette direction que les tentatives d'assainissement des hôpitaux et de leur influence sur la santé publique me paraissent devoir être dirigées.

» En rappelant les expériences de Faraday, qui ont conduit à faire traverser des toiles à tissu lâche et mouillées par l'air nouveau introduit dans les salles du Parlement d'Angleterre, M. le Secrétaire perpétuel n'a indiqué que la solution du problème inverse de celui qui a préoccupé l'honorable M. Wœstyn, savoir : ne laisser entrer que de l'air pur dans un lieu qu'on veut maintenir salubre.

» J'ai soumis à M. Wœstyn lui-même les observations précédentes, quand il est venu causer avec moi des procédés qu'il proposait, et, tout en reconnaissant l'exactitude des données d'expériences qui lui avaient servi de point de départ, j'ai dû insister auprès de lui, comme je le fais ici, sur les difficultés et sur le peu d'utilité de l'application qu'il en voulait faire.

» Il n'est pas dans mes habitudes, ni dans mon caractère, de décourager des tentatives inspirées par des sentiments généreux, mais mon devoir, comme celui de tout Membre de l'Académie, est d'éclairer, autant que je le puis, l'opinion et les auteurs eux-mêmes sur les chances plus ou moins favorables qu'elles peuvent offrir. »

M. A. **Jouglet** appelle l'attention de l'Académie sur les accidents qui sont occasionnés journellement par les vapeurs de phosphore, dans les fabriques d'allumettes.

(Commissaires : MM. Balard, Morin, Payen, Cl. Bernard, Wurtz.)

M. H. **Fontaine** soumet au jugement de l'Académie la description et les dessins d'un petit moteur à vapeur, pour les usages domestiques et les petites industries. Le but que s'est proposé l'auteur est de faire un moteur de 1 à 10 kilogrammètres, présentant une sécurité absolue, pouvant être mis sans apprentissage entre les mains de tout le monde, dépensant peu de combustible, et assez simple de construction pour pouvoir être établi et vendu à bon marché.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. E. **Blanqui** exprime le désir de soumettre au jugement de l'Académie un instrument qui permet de résoudre les triangles sphériques sans le secours des Tables de logarithmes.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. É. **Martin** adresse un Mémoire portant pour titre « Étude électrochimique sur l'ozone ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Godefroy** adresse, de Rouen, pour le Concours relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire, un Mémoire intitulé « Progrès dont la navigation est susceptible ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Bowen** adresse une suite à sa Communication précédente sur la distance du Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. E. **Decaisne** exprime le désir de connaître aussitôt qu'il sera possible l'opinion de la Section de Médecine et de Chirurgie, concernant sa Communication précédente sur la valeur relative de la vaccine et de la variole.

M. Castel adresse, de Rouen, une réclamation de priorité, au sujet des opinions énoncées dans cette même Communication.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur l'angle de raccordement d'un liquide avec une paroi solide.* Note de M. J. Moutier, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Clairaut a donné une explication de la courbure que présente un liquide en contact avec une paroi solide. Laplace a obtenu une expression de l'angle de raccordement; plus tard, Gauss et M. Bertrand, par une méthode directe et générale, ont établi la relation

$$\text{(I)} \qquad \cos i = \frac{\alpha^2 - 2\beta^2}{\alpha^2},$$

dans laquelle i est l'angle sous lequel le liquide se raccorde avec la paroi solide; α^2 dépend de l'action du liquide sur lui-même et β^2 de l'action du solide sur le liquide.

» Le raisonnement très-simple de Clairaut est reproduit dans la plupart des Traités de Physique : on suppose la paroi verticale, le liquide terminé horizontalement; on estime les actions exercées par le solide et le liquide, supposé homogène, sur la molécule en contact avec la paroi et suivant que la résultante de ces deux forces est dirigée à l'intérieur de la paroi ou du liquide, on en conclut que la surface libre du liquide, normale à cette résultante, doit être concave ou convexe. Or, une fois l'équilibre établi, l'action exercée par le liquide sur la molécule en contact avec la paroi n'est plus la même que si le liquide était terminé horizontalement, comme on le supposait tout d'abord, et le raisonnement est nécessairement incomplet.

» Proposons-nous de compléter le raisonnement de Clairaut en exprimant d'une manière plus exacte l'action du liquide sur la molécule en contact avec la paroi. Considérons une paroi plane, verticale ou inclinée, et un liquide homogène en contact avec la paroi. Menons par la ligne d'intersection du liquide et de la paroi deux plans infiniment voisins, faisant avec la portion de paroi plongée dans le liquide des angles ω et $\omega + d\omega$. Le liquide contenu dans le dièdre $d\omega$ exerce sur une molécule liquide m, située sur l'arête du dièdre, une action dirigée à l'intérieur de l'angle et proportionnelle à cet angle $d\omega$; cette action peut se représenter par $f d\omega$, f étant

une constante qui exprime l'action du liquide sur lui-même. Cette force se décompose en deux autres : l'une $f d\omega \sin \omega$, normale à la paroi et située du côté du liquide; l'autre $f d\omega \cos \omega$, tangente à la paroi.

» Les composantes normales à la paroi provenant de l'action du liquide sur la molécule m ont pour résultante

$$N = \int_0^i f \sin \omega \, d\omega = f(1 - \cos i),$$

en désignant par i l'angle de raccordement du liquide avec la paroi solide; les actions moléculaires diminuant rapidement à mesure que la distance des molécules augmente, on peut regarder le liquide comme étant terminé par le plan tangent à la surface libre au point m.

» Les composantes tangentes à la paroi qui proviennent de l'action du liquide sur la molécule m ont pour résultante

$$T = \int_0^i f \cos \omega \, d\omega = f \sin i.$$

» L'action du solide sur la molécule m est facile à évaluer : il suffit de remplacer, dans les formules précédentes, i par ϖ et f par une autre constante F, qui mesure l'action du solide sur le liquide. L'action de la paroi sur la molécule m se réduit à une force $2F$, normale à la paroi et dirigée vers son intérieur.

» Pour que les trois forces N, T et $2F$ aient leur résultante normale à la surface du liquide, il faut que la somme algébrique des projections de ces trois forces sur le plan tangent à la surface du liquide en m soit nulle:

$$N \sin i + T \cos i - 2F \sin i = 0,$$

ou

$$(f - 2F) \sin i = 0,$$

ce qui conduit à une valeur nulle de l'angle de raccordement.

» On n'a pas tenu compte, dans ce qui précède, de l'action de la pesanteur sur la molécule m, parce que l'expérience montre que l'angle de raccordement est indépendant de l'inclinaison de la paroi par rapport à l'horizon; cela revient à supposer que la pesanteur est une force beaucoup plus faible que les actions moléculaires. D'ailleurs, en tenant compte de la pesanteur, on arrive toujours à une valeur nulle pour l'angle de raccordement, lorsque la paroi est horizontale; l'action de la pesanteur s'ajoute alors

à l'action de la paroi 2F. Ce résultat est en contradiction avec l'expérience dans le cas du mercure et du verre.

» On ne peut donc obtenir pour l'angle de raccordement une valeur différente de zéro, en exprimant que la résultante des actions exercées par le solide et le liquide homogène sur la molécule en contact avec la paroi soit normale à la surface du liquide en ce point. Mais on peut remarquer que l'on obtient une valeur de l'angle de raccordement ayant la même forme que l'expression (I), en égalant les composantes normales à la paroi et en posant

$$f(1 - \cos i) = 2F, \quad \text{d'où} \quad \cos i = \frac{f - 2F}{f}.$$

» Reste à savoir si cette expression est d'accord avec la formule (I) donnée par la théorie mathématique de la capillarité. Les constantes α^2, β^2 sont proportionnelles à $\rho\theta(0)$, $\rho'\Theta(0)$; ρ et ρ' désignent les densités du liquide et du solide, les fonctions θ et Θ sont définies par les relations suivantes :

$$\theta(r) = \int_r^\infty \psi(r)\,dr, \quad \psi(r) = \int_r^\infty \varphi(r)\,r^2\,dr, \quad \varphi(r) = \int_r^\infty f(r)\,dr,$$

$$\Theta(r) = \int_r^\infty \Psi(r)\,dr, \quad \Psi(r) = \int_r^\infty \Phi(r)\,r^2\,dr, \quad \Phi(r) = \int_r^\infty F(r)\,dr.$$

$f(r)$ est l'action de deux molécules liquides situées à la distance r et ayant des masses égales à l'unité, $F(r)$ est l'action de deux molécules, l'une solide et l'autre liquide, situées à la distance r et ayant respectivement pour masses l'unité.

» Considérons une file de molécules liquides passant par m; l'action exercée sur m par une portion de cette file, dont les distances extrêmes au point m sont r et $r + dr$, est proportionnelle à $\rho f(r)\,dr$, et, par suite, $\rho \int_r^\infty f(r)\,dr = \rho\varphi(r)$ représente l'action exercée sur m par une file indéfinie de molécules, dont la plus rapprochée du point m est à une distance r de ce point. En réalité, $f(r)$ décroît rapidement, lorsque r augmente, et l'action exercée sur m par les molécules de la file précédente ne peut être sensible qu'à une distance très-peu supérieure à r.

» Décrivons ensuite, du point m comme centre, une sphère avec un rayon égal à l'unité, et imaginons un cône ayant pour sommet le point m, et pour base un élément ω de la surface sphérique; un élément de volume du cône, intercepté entre deux sphères de rayons r et $r + dr$, concentri-

ques à la précédente, est $r^2 \omega dr$, et son action sur m, d'après la remarque précédente, est $\rho r^2 \omega \varphi(r) dr$. Il résulte de là que $\rho \int_r^\infty \varphi(r) r^2 dr = \rho \psi(r)$ représente l'action exercée sur m par le liquide indéfini contenu à l'intérieur d'un cône ayant pour sommet le point m, et pour base l'unité de surface prise sur la sphère dont le rayon est égal à l'unité; ce cône est limité du côté de m par la sphère décrite de ce point comme centre avec le rayon r. En réalité, cette action est limitée aux points situés dans l'intérieur du cône, à une distance du point m très-peu supérieure à r.

» Par suite $\rho \int_r^\infty \psi(r) dr = \rho \theta(r)$ est la résultante d'actions semblables, mais comme l'action exercée par le liquide sur m cesse à partir d'une distance sensible de ce point, on peut négliger toutes les actions qui se rapportent à une distance r sensible, et prendre pour l'action du liquide sur m la valeur de $\rho \theta(r)$, qui correspond à une valeur de r très-petite ou $\rho \theta(0)$. De sorte que $\rho \theta(0)$ ou α^2 mesure l'action du liquide, et, par le même raisonnement, β^2 mesure l'action du solide sur la molécule m en contact avec la paroi solide; les constantes α^2 et β^2 ont donc la même signification que f et F.

» Si les constantes α^2 et β^2 sont proportionnelles à f et F, il faut conclure, de ce qui précède, que l'angle de raccordement d'un liquide avec une paroi solide, est déterminé par la condition suivante : *les composantes normales à la paroi des forces provenant du liquide et du solide sont égales et directement opposées.*

» Cette condition d'équilibre correspond à une propriété particulière de l'angle de raccordement. Si l'on suppose que le liquide forme avec le solide un angle i', d'abord très-petit, la composante normale à la paroi des forces résultant de l'action du liquide sur la molécule m est $N' = f(1 - \cos i')$, valeur très-petite, inférieure à $2F$; si l'on imagine des valeurs croissantes de l'angle i', N' augmente, et l'équilibre s'établit pour $i' = i$, tandis que si l'angle i' devient supérieur à i, N' devient supérieur à $2F$, et le liquide ne peut plus être maintenu en contact avec la paroi. L'angle sous lequel un liquide se raccorde avec une paroi solide, est donc l'angle dièdre liquide *maximum* que la paroi puisse soutenir. »

PHYSIQUE. — *Galvanomètre vertical à fléau.* Note de **M. Bourbouze**, présentée par M. Jamin.

« Lorsque, dans les cours publics, on veut rendre visible à un auditoire tout entier la production de courants électriques, on fait usage des deux méthodes suivantes : ou bien on emploie un très-grand galvanomètre vertical dont les indications peuvent être vues de loin, ou bien on projette sur un écran l'image très-agrandie d'un galvanomètre ordinaire. Ce dernier procédé, qui est seul capable de montrer les courants très-faibles, pour lesquels les grands galvanomètres sont insensibles, est absolument interdit à tous les établissements qui ne disposent pas de grandes ressources expérimentales.

» Dans l'appareil, extrêmement sensible, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de montrer à tout un amphithéâtre les manifestations même des plus faibles courants, sans faire appel à l'emploi si dispendieux des projections.

» Son organe essentiel est un fléau de balance en acier trempé et aimanté, dont l'horizontalité peut toujours être rigoureusement obtenue à l'aide de petits contre-poids. D'ailleurs, si l'horizontalité n'était pas rigoureuse, on l'obtiendrait sans déranger le fléau, en faisant simplement tourner un peu l'instrument sur son axe. On fait varier à volonté la sensibilité du fléau, comme dans les balances de précision, en élevant ou en abaissant, au moyen d'une petite masse, son centre de gravité. Le fléau porte en son milieu une longue aiguille verticale qui vient indiquer sur un cadran divisé les moindres oscillations, et est placé à l'intérieur d'une large bobine plate. Cette disposition permet d'obtenir une action constante dans toute l'amplitude de la déviation.

» Cela posé, et l'aiguille verticale étant exactement au zéro, on reconnaît que des courants électriques, même très-faibles, passant dans le fil de la bobine, suffisent pour imprimer au fléau des mouvements réguliers, considérables et cependant très-doux. On aura une idée de la sensibilité de cet instrument quand j'aurai dit qu'il accuse, par une très-grande déviation, le courant produit dans la pile thermo-électrique par l'approche de la main, c'est-à-dire qu'il se prête à toutes les expériences de cours même les plus délicates.

» Souvent on détériore les galvanomètres ordinaires en faisant simplement passer dans le fil, par inadvertance, un courant un peu fort : les pôles sont

alors détruits ou renversés. Dans mon appareil, cet accident n'a aucune gravité.

» En résumé, le galvanomètre vertical à fléau que je viens de décrire me paraît répondre à un besoin de l'enseignement, puisque seul, jusqu'ici, il allie une dimension qui le rend visible de loin à une sensibilité qui permet de l'employer dans les expériences les plus délicates. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la nature de la force motrice qui produit les phénomènes d'endosmose; par* **M. A. Rosenstiehl.**

« Le phénomène de la dissolution a été comparé à celui de la formation des vapeurs (1). Mon intention est de montrer que cette comparaison est justifiée par les travaux de MM. Person, Bussy et Buignet, H. Sainte-Claire Deville, Graham, et qu'elle conduit logiquement à une explication naturelle de l'endosmose. Il existe, en effet, un parallélisme frappant entre les phénomènes qui accompagnent la dissolution et ceux qui accompagnent la formation des vapeurs.

» Lorsqu'une substance volatile est introduite dans un espace soit vide, soit rempli de matières gazeuses, elle se réduit en vapeurs, et ses molécules se répandent dans tout l'espace ambiant; la quantité de matière volatilisée est, toutes choses égales d'ailleurs, fonction de la température.

» De même une substance introduite dans un liquide où il peut se dissoudre, s'y répand peu à peu uniformément (Graham, *Annales de Chim. et de Phys.*, t. XLV, p. 5); la quantité de matière dissoute est, toutes choses égales d'ailleurs, fonction de la température.

» Un corps qui se réduit en vapeurs absorbe, pour accomplir ce travail, une quantité de chaleur, qui, pour le même corps, est fonction de l'accroissement de volume de la température et de la pression.

» De même, un corps qui se dissout dans un liquide absorbe, pour accomplir ce travail, une quantité de chaleur qui augmente avec la dilution (Person, *Annales de Chim. et de Phys.*, t. XXVII, p. 250, et t. XXXIII, p. 437). Cette quantité de chaleur qui est absorbée ne s'explique pas par les variations survenues dans la chaleur spécifique ou dans la densité du

(1) D'après une Communication verbale de M. W. Grosseteste, cette comparaison serait due à Arago. Je n'ai pas pu découvrir la source bibliographique. Quoi qu'il en soit, c'est elle qui m'a servi de point de départ, et je me plais à reconnaître que la discussion que j'ai eue avec lui sur ce sujet, a eu une influence puissante sur le développement des idées énoncées dans cette Note, qui n'est d'ailleurs qu'un résumé d'un travail plus étendu.

mélange (Bussy et Buignet, *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 330). L'absorption de chaleur par le mélange des liquides a aussi été constatée par M. H. Sainte-Claire Deville (*Leçons de Chimie*, 1864-1865, p. 267).

» Les chaleurs spécifiques des gaz et des vapeurs sont moindres que celles des mêmes corps à l'état solide ou à l'état liquide; elles satisfont à la loi de Dulong et Petit.

» D'après Person (*loc. cit.*), la chaleur spécifique des solutions diminue à mesure que la dilution augmente, et elle est toujours *moindre que la chaleur spécifique moyenne calculée*. Plus récemment, ces résultats ont été confirmés par Schüller (*Annales de Poggendorff*, t. CXXXVI, p. 70; 1869).

» Si, d'après ces données, on calcule la chaleur spécifique du corps à l'état de dissolution, on arrive à des chiffres qui se rapprochent des chaleurs spécifiques des gaz, et qui satisfont aussi bien qu'eux à la loi de Dulong et Petit.

» Des rapprochements qui précèdent, je tire ces conclusions. Quand un corps se dissout ou quand il se réduit en vapeur, il y a : 1° accroissement de volume; 2° absorption de chaleur. La différence porte sur le milieu dans lequel s'accomplissent ces phénomènes : l'évaporation s'accomplit dans un milieu liquide. On voit que l'action du dissolvant sur une substance soluble est comparable à celle du vide ou du milieu gazeux sur une substance volatile; les molécules de la matière tendent à se répandre uniformément dans l'espace occupé par le milieu : *elles se repoussent*; cette propriété, on le sait, caractérise les fluides élastiques.

» Il est impossible de prévoir dès maintenant toutes les conséquences que l'on pourra tirer de cette manière d'envisager le phénomène de la dissolution. M. H. Sainte-Claire Deville (*loc. cit.*), interprétant les expériences de Graham sur la diffusion et les siennes propres, a montré que cette répulsion peut aller jusqu'à la dissociation chimique.

» Si la force répulsive qui sollicite les molécules dissoutes est l'analogue de la force élastique des gaz, on doit pouvoir la mesurer. Je vois deux moyens qui peuvent conduire à ce résultat : l'un est fondé sur la mesure de la quantité de chaleur qui est absorbée par l'accroissement du volume du corps dissous et du dissolvant; l'autre sur la mesure du travail mécanique accompli par la force répulsive. MM. Bussy et Buignet ont montré que le mélange de deux liquides produit deux phénomènes calorifiques simultanés et de signe contraire, dont on n'observe que la différence. En éliminant la cause qui produit la chaleur (l'action chimique), l'effet observé ne se rapporterait qu'à l'accroissement de volume du corps dissous et de son dissolvant. On se

rapprocherait certainement de ces conditions en opérant sur des liquides isomères ou sur des homologues consécutifs. On aurait alors, entre la quantité de chaleur absorbée Q, l'accroissement de volume V du corps dissous et la force élastique p, la relation suivante déduite de la théorie mécanique de la chaleur $Q = \frac{Vp}{E}$, formule dans laquelle on a négligé l'accroissement de volume du dissolvant, qui, dans la pratique, pourra être aussi petite que l'on voudra. Pour mesurer le travail mécanique accompli par p, je propose le moyen suivant :

» Soit une enveloppe extensible et perméable, contenant un corps à l'état de dissolution, que l'on plonge entièrement dans un certain volume de dissolvant. Le dissolvant agissant, soit comme le vide, soit comme une diminution de pression, le corps dissous sera dans le même cas qu'un gaz contenu dans une vessie non gonflée, autour de laquelle on ferait le vide. Le gaz, obéissant à la force répulsive, gonflerait instantanément la vessie; de même, la substance dissoute, cherchant à se répandre dans toute la masse du dissolvant, exerce une pression sur les parois de l'enveloppe qui le contient. Celle-ci ne peut pas se gonfler instantanément, parce que son contenu liquide n'est pas élastique. Mais la pression sur la membrane constituant l'enveloppe n'en existera pas moins; comme cette dernière est perméable, les molécules de la matière dissoute, obéissant à la répulsion, se répandront au dehors dans le dissolvant, et celui-ci tendra à entrer; de là deux courants en sens inverse, dont la différence pourra être mesurée.

» Dans ce moment, interviennent deux nouveaux facteurs: la résistance r que la membrane oppose au passage du corps dissous, et la résistance r' qu'elle oppose au dissolvant; le volume de l'enveloppe éprouvera alors des variations, dont le sens dépend de la valeur relative de r et de r'; la force motrice qui produira ce phénomène visible, c'est p, et l'on pourra écrire que la variation de volume de l'enveloppe est, pour une même substance et dans l'unité de temps, fonction de p, de r, de r'.

» Le mouvement que je viens de déduire de l'existence d'une force répulsive, qui sollicite les molécules des substances en dissolution, a été découvert par Dutrochet; il a reçu les noms d'endosmose et d'exosmose, et a été attribué par lui à une force motrice mystérieuse, la force osmotique.

» Il a reconnu que cette force, toutes choses égales d'ailleurs, croît avec la température (*Annales de Chim. et de Phys.*, t. XXXVII, p. 191), ce qui est une analogie de plus à citer entre la force élastique des corps en dissolution et celle des vapeurs. Il est à remarquer que cette force est assez éner-

gique, puisqu'elle soulève dans l'endosmomètre des colonnes liquides à des hauteurs souvent considérables. L'endosmomètre ne diffère que par sa construction de l'enveloppe perméable et extensible que j'ai choisie pour ma démonstration; dans l'endosmomètre, les parois sont de trois espèces : 1° celles qui forment le vase qui constitue l'instrument; 2° la membrane perméable qui sépare la solution du dissolvant; 3° la surface en contact avec l'atmosphère, à laquelle revient la propriété d'être indéfiniment extensible.

» Si l'on admet que les molécules en dissolution se repoussent, il faut en tirer cette conséquence logique, que la force osmotique est l'analogue de la force élastique des vapeurs : entre la colonne liquide soulevée dans l'endosmomètre et le piston soulevé par la force élastique d'une vapeur, il n'y a que la différence du milieu où se produit le travail; il y a cette puissante analogie : dans les deux cas, *une matière élastique se détend, et une quantité proportionnelle de chaleur est transformée en travail mécanique.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveau procédé de préparation de l'acide bromhydrique.* Note de MM. **Champion** et **Pellet**.

« Le procédé qui suit, et qui est fondé sur l'action réciproque du brome et de la paraffine, soumis à une température convenable, permet d'obtenir rapidement et sans danger l'acide bromhydrique en solution saturée.

» L'appareil que nous avons employé à cet effet se compose de deux cornues tubulées, dont l'une renferme le brome et l'autre la paraffine. La première est chauffée à 65 degrés environ, et l'autre est maintenue à la température de 185 degrés, au moyen d'un bain d'huile ou de sable. Ces deux cornues communiquent entre elles par un tube destiné à amener le brome, et plongeant au-dessous du niveau de la paraffine. Un tube en U, rempli de fragments de verre humectés et de phosphore, transforme en acide bromhydrique les dernières traces de brome qui auraient échappé à la réaction.

» Dans ces conditions, l'action du brome sur la paraffine est la suivante. Une portion du brome se substitue à l'hydrogène de la paraffine, tandis qu'une autre portion s'échappe sous forme d'acide bromhydrique. Après un certain temps, qui dépend du poids de paraffine employé, il est inutile de continuer le dégagement du brome, le produit résultant de son action sur la paraffine se décomposant vers 180 degrés, et dégageant sous forme d'acide bromhydrique la plus grande partie du brome combiné.

» En épuisant complétement l'action du brome sur la paraffine et celle de la chaleur sur la paraffine bromée, on obtient un résidu charbonneux qui, lavé à l'éther, à l'alcool et au sulfure de carbone bouillants, contenait encore du brome et de l'hydrogène. L'analyse a donné, pour ce résidu, la composition suivante:

Carbone.............	63,0
Hydrogène...........	5,3
Brome...............	31,6
	99,9

» La solution d'acide bromhydrique ainsi obtenue, saturée à zéro, a pour densité 1,78. Elle correspond à la formule BrH, 2HO. Elle est telle, que 1 centimètre cube contient $1^{gr},46$ d'acide bromhydrique. Chauffée, elle perd du gaz, et donne un hydrate qui distille régulièrement à 126 degrés, hydrate qu'on avait obtenu déjà en distillant une solution faible d'acide bromhydrique. Il correspond à la formule BrH, 10HO, et a pour densité 1,48.

» La paraffine employée par nous fondait à 55 degrés.

» D'autres carbures d'hydrogène peuvent servir à cette préparation : nous avons choisi de préférence la paraffine, qui est dénuée d'odeur, qui ne distille qu'à une haute température, et sur laquelle l'action du brome est plus régulière. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Des propriétés de l'acide iodique*. Note de **M. Alf. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'extrais d'un travail complet sur l'acide iodique et ses composés quelques réactions qui m'ont paru nouvelles et intéressantes.

» I. *Acide iodique anhydre*. — L'acide iodique anhydre est une poudre blanche, très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone et les essences hydrocarbonées; sa densité à zéro est 4,487, son coefficient de dilatation entre zéro et 51 degrés est 0,000066. C'est une matière dont les propriétés oxydantes sont très-énergiques.

» L'hydrogène n'agit pas sur l'acide iodique à la pression ordinaire, même à 300 degrés, température à laquelle il se décompose. En opérant à 250 degrés, dans un tube scellé, la pression de l'hydrogène atteint $1^{atm},9$ environ; il se forme de l'eau, de l'iode, et l'hydrogène disparaît. La réaction se produit à la pression ordinaire en présence de la mousse de platine

dont le rôle est ici d'augmenter la pression du gaz en le condensant à son intérieur.

» L'oxyde de carbone est sans action à froid, mais quand on échauffe avec une lampe un des points de l'acide iodique, sa réduction commence avec production d'iode et d'acide carbonique. La chaleur dégagée suffit, quand le courant gazeux n'est pas très-lent, pour que la réaction continue d'elle même, mais sans incandescence, et que l'acide iodique soit entièrement décomposé.

» L'acide sulfureux passant sur de l'acide iodique légèrement chauffé le réduit avec production de vapeurs d'iode et d'acide sulfurique anhydre. L'acide iodique non encore attaqué se colore en jaune citron et retient alors un peu d'iode et d'acide sulfurique anhydre; mais cette matière jaune, abandonnée dans un vase fermé, redevient blanche, tandis que l'iode qu'elle renferme se sépare en cristaux. Sa composition, variable avec la température à laquelle on a porté la masse, ne correspond pas à la formule $5IO^5, SO^3$ de Kännerer (1), et quand on maintient assez longtemps le courant de gaz sulfureux, on n'obtient que de l'iode et de l'acide sulfurique anhydre.

» L'action de l'hydrogène sulfuré est très-énergique, elle a lieu à froid et s'accompagne d'un dégagement considérable de chaleur, quelquefois de lumière. Dès la première arrivée du gaz l'acide iodique se colore fortement, et les produits de la réaction sont de l'iode, du soufre, de l'acide iodhydrique et de l'eau.

» L'acide chlorhydrique gazeux décompose également à froid l'acide iodique anhydre avec production de chaleur; on obtient de l'eau et du trichlorure d'iode. Quand l'acide iodique est en excès, il retient l'eau formée, et le chlorure d'iode se condense en cristaux orangés dans les parties froides de l'appareil.

» L'action du gaz ammoniac enfin, nulle à la température ordinaire, devient très-vive quand on chauffe légèrement l'acide iodique et dégage assez de chaleur pour se continuer d'elle-même; la réduction est complète et donne naissance à de l'eau, tandis que de l'azote et de l'iode se séparent.

» II. *Acide iodique hydraté.* — L'acide iodique monohydraté est un corps solide, incolore, transparent, dont les cristaux, étudiés par MM. Schabus, Rammelsberg et Marignac (2), dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. On a

(1) *Répertoire de Chimie pure*, t. IV, p. 561.
(2) *Jahresbericht*, 1853, p. 330; 1854, p. 124 et 310.

décrit deux hydrates de l'acide iodique $IO^5, \frac{1}{3}HO$ et IO^5, HO. En étudiant la tension de la vapeur d'eau que dégage l'acide iodique à une température donnée, par la méthode qu'ont suivie M. Debray, dans l'étude de la dissociation du carbonate de chaux et des sels hydratés, et M. Isambert, dans celle des chlorures ammoniacaux, j'ai constaté que quelle que soit la quantité d'acide anhydre que l'on mélange à l'acide monohydraté, la tension de l'eau est toujours la même à une température déterminée; cette tension est donc indépendante de la quantité d'acide iodique anhydre, elle est d'ailleurs la même qu'avec l'acide monohydraté; par conséquent, l'acide $IO^5, \frac{1}{3}HO$ n'existe pas, et l'hydrate IO^5, HO est la seule combinaison de l'acide iodique anhydre avec l'eau.

» L'acide iodique monohydraté a pour densité 4,629 à zéro; son coefficient de dilatation entre zéro et 51 degrés est égal à 0,000237. Il est facilement soluble dans l'eau, sans variation sensible de température, en donnant un liquide limpide et lourd qui bout à 104 degrés sous la pression de 760 millimètres et dont la densité à 12°,5 est 2,842.

» Les métalloïdes décomposent, pour la plupart, la solution aqueuse, en s'emparant de l'oxygène et mettant l'iode en liberté.

» Lorsque l'on plonge un morceau de phosphore dans une dissolution concentrée d'acide iodique, il devient immédiatement brun à la surface, la liqueur se colore, la température s'élève, le phosphore fond, et bientôt, l'échauffement de la masse devenant très-considérable, d'abondantes vapeurs d'iode se dégagent, le phosphore disparaît en entier, et l'on trouve, dans la liqueur refroidie et limpide, des cristaux d'iode et de l'acide phosphorique en dissolution.

» La réaction est la même, quoique moins vive, avec une liqueur étendue, mais si diluée qu'elle soit, le phosphore la décompose; il donne alors des acides phosphorique et iodhydrique, et l'acide iodique est réduit entièrement.

» Le phosphore rouge agit également à froid sur l'acide iodique concentré, la liqueur qui s'échauffe beaucoup dégage des quantités considérables de vapeur d'iode, et retient de l'acide phosphorique dissous. La décomposition, d'autant moins énergique que la liqueur est plus étendue, s'accomplit toujours avec formation d'acide phosphorique, tandis que l'iode est mis en liberté.

» Quand on met une solution concentrée d'acide iodique en contact avec de l'arsenic en poudre, la réaction est instantanée, une élévation considérable de température se manifeste, et de l'iode se dégage pen-

dant que l'arsenic se transforme entièrement en acide arsénique. La liqueur, même très-étendue, est toujours attaquée à froid, comme le prouve sa coloration par suite de l'iode mis en liberté. Si l'arsenic est en gros fragments, et en excès par rapport à l'acide iodique, l'action ne commence que vers 30 degrés et une portion de l'arsenic passe à l'état d'acide arsénieux.

» Ces réactions du phosphore et de l'arsenic s'effectuent facilement en donnant des produits simples : je compte en profiter pour déterminer la chaleur de combustion de l'iode.

» Le charbon n'agit pas sur l'acide iodique concentré et bouillant, mais quand on chauffe dans un tube scellé un mélange d'acide iodique et de charbon en poudre, ce dernier peut être oxydé entièrement. J'ai opéré sur les diverses variétés du carbone; elles m'ont donné les résultats qui suivent :

» Le charbon de bois purifié, en le soumettant à l'action du chlore et le lavant longtemps, puis chauffé à 160 degrés, se transforme tout entier en acide carbonique; il reste de l'iode sous forme d'un culot fondu.

» Le charbon de sucre disparaît entre 175 et 180 degrés, en donnant de l'iode et de l'acide carbonique. Il en est de même du noir de fumée calciné.

» Le charbon compacte des cornues à gaz donne à 180 degrés de l'acide carbonique, de l'iode et des traces d'une matière blanche insoluble dans l'alcool.

» Le coke du commerce donne le même résultat avec un résidu plus considérable; cette matière blanche, d'autant plus abondante que le charbon est plus impur, provient de l'action de l'acide iodique sur les cendres; elle contient de l'acide iodique, de l'alumine, de la chaux avec un peu de magnésie, de la silice et de l'oxyde de fer.

» La houille à 180 degrés produit de l'acide carbonique et dégage de l'iode; la liqueur reste colorée en brun.

» L'anthracite se dissout vers 210 degrés, avec production d'acide carbonique et du résidu provenant des cendres.

» Le graphite pur n'est attaqué que lentement et vers 240 degrés, en donnant de l'iode et de l'acide carbonique. Il faut un grand excès d'acide iodique, et prolonger longtemps son action pour que le graphite disparaisse en entier.

» Enfin, le diamant résiste absolument, même à 260 degrés.

» En résumé, toutes les variétés de carbone, sauf le diamant, décom-

posent l'acide iodique au-dessous de 260 degrés, en passant à l'état d'acide carbonique et mettant l'iode en liberté.

» Le bore amorphe, mis en contact avec l'acide iodique, le décompose à 40 degrés environ, en donnant de l'acide borique et de l'iode. Cette réaction est remarquable, les autres acides, même l'acide nitrofluorhydrique, n'agissant pas sur le bore dans ces circonstances. Le bore cristallisé disparaît totalement quand on le chauffe à 200 degrés avec l'acide iodique; il se transforme en acide borique, tandis que l'iode est séparé.

» Le silicium amorphe est difficilement attaqué; à 250 degrés seulement il passe à l'état de silice en dégageant de l'iode. L'action est la même, mais beaucoup plus lente, quand le silicium est cristallisé.

» Les carbures d'hydrogène peuvent s'oxyder sous l'influence de l'acide iodique. N'ayant pas terminé l'étude de leur action, je dirai seulement quelques mots de ces composés.

» L'acétylène n'est pas attaqué à froid; on ne constate du moins aucune action en l'espace de quelques jours, mais lorsqu'on chauffe vers 220 degrés dans un tube plein de gaz acétylène un mélange de deux dissolutions d'acétylène et d'acide iodique, ce gaz est oxydé, donne de l'acide carbonique, et l'on trouve parfois un peu d'acide acétique dans la liqueur. Ce dernier se transforme d'ailleurs en acide carbonique sous l'influence de l'acide iodique en excès.

» La benzine n'est pas attaquée à 100 degrés par l'acide iodique anhydre; à 220 degrés elle donne de l'acide carbonique et de l'eau. »

CHIMIE. — *Note sur les dérivés hydrogénés du sulfure de carbone;* *par* **M. Aimé Girard.**

« J'ai démontré, il y a plusieurs années, que le sulfure de carbone, soumis, dans des conditions déterminées, à l'action de l'hydrogène, abandonne à l'état d'hydrogène sulfuré la moitié du soufre qu'il contient et se transforme en un composé ternaire formé d'équivalents égaux de carbone, d'hydrogène et de soufre.

» Le composé $(CHS)^n$ que j'ai ainsi obtenu, et dont j'ai fait connaître les propriétés principales, a, depuis, été reproduit dans diverses circonstances. En 1864, M. Husemann l'a préparé en faisant réagir le sulfure de sodium sur l'iodure de méthylène de M. Bouttlerow; M. Hofmann, de son côté, l'a obtenu en soumettant les sulfocyanures alcalins à l'action de l'hydrogène, et plus récemment, en traitant par l'hydrogène sulfuré le produit qu'il avait

considéré d'abord comme l'aldéhyde méthylique normale, et dont il a, plus tard, reconnu la transformation en dioxyméthylène.

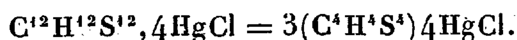
» Dans la Note adressée par moi à l'Académie des Sciences lors de la découverte de ce corps, j'avais annoncé que j'espérais déterminer sa formule rationnelle en étudiant les combinaisons cristallisées qu'il forme avec les sels de quelques métaux, et notamment avec le bichlorure de mercure, le nitrate d'argent et le bichlorure de platine.

» M. W. Hofmann, dans son dernier Mémoire sur l'aldéhyde méthylique, a étudié trois de ces combinaisons, mais les résultats annoncés par ce savant diffèrent, en quelques points, de ceux que j'ai obtenus, et que je me propose d'indiquer brièvement dans cette Note.

» La première combinaison que je ferai connaître, est celle que forme le composé $(CHS)^n$ avec le bichlorure de mercure. Si, dans une solution alcoolique chaude de ce composé (il est peu soluble), on verse une solution de bichlorure de mercure, les liqueurs mélangées laissent déposer des aiguilles soyeuses, insolubles dans l'eau et faiblement solubles dans l'alcool. Cette combinaison, quel que soit celui des deux corps qu'on ait employé en excès, présente une composition constante; elle est anhydre, et l'analyse lui assigne la formule brute $(CHS)^3HgCl$.

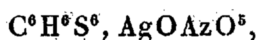
					Calculé.
Carbone......	8,3	9,0	8,3	»	8,8
Hydrogène....	1,5	1,9	1,7	»	1,4
Soufre.......	23,8	23,6	23,2	»	23,5
Mercure......	48,8	48,6	48,3	48,5	48,9
Chlore.......	17,3	17,5	17,4	17,4	17,3

» La formule de ce corps doit, suivant moi et dans l'état actuel des choses, s'écrire :



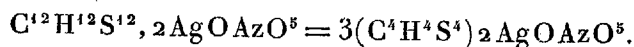
$$C^{12}H^{12}S^{12}, 4HgCl = 3(C^4H^4S^4)4HgCl.$$

» Le nitrate d'argent se combine avec le composé $(CHS)^n$ en deux proportions différentes. Si, dans une solution alcoolique froide de ce composé, on verse une solution de nitrate d'argent, un précipité blanc, caséeux se forme immédiatement; ce précipité renferme des proportions d'argent variables, et paraît n'être qu'un mélange. Lavé à l'alcool, puis repris par l'eau chaude, il se redissout, et la liqueur laisse cristalliser de grosses lames rhomboïdales qui, desséchées à 100 degrés, avec précaution, donnent à l'analyse des nombres conduisant à la formule



$$C^6H^6S^6, AgOAzO^5,$$

ou suivant moi :

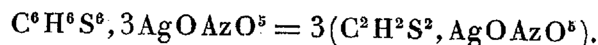


$$C^{12}H^{12}S^{12}, 2AgOAzO^5 = 3(C^4H^4S^4)2AgOAzO^5.$$

					Calculé.
Carbone......	11,6	11,2	11,6	»	11,6
Hydrogène....	2,0	2,0	2,3	»	1,9
Soufre......	30,5	30,6	31,2	»	31,1
Argent.......	34,4	34,7	35,0	34,8	35,0
Azote........	4,2	4,1	»	»	4,5

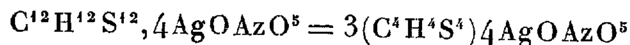
» Ce sel a été obtenu par M. Hofmann, qui lui a reconnu exactement la même composition. J'ajouterai seulement que les grosses lames rhomboïdales dont je viens de parler renferment 5,5 pour 100 d'eau, et constituent l'hydrate : $3(C^4H^4S^4)2AgOAzO^5.4HO$.

» Le précipité argentique peut être également redissous dans l'eau chaude renfermant un excès d'azotate d'argent ; dans ce cas, une nouvelle combinaison se produit qui se dépose sous forme d'aiguilles blanches. M. W. Hofmann, en se plaçant dans ces conditions, a obtenu une combinaison à laquelle il assigne la formule



$$C^6H^6S^6, 3AgOAzO^5 = 3(C^2H^2S^2, AgOAzO^5).$$

» Je n'ai pas réussi, même en plaçant le précipité argentique en présence d'un excès décuple d'azotate d'argent, à obtenir une combinaison répondant à cette formule. Les analyses que j'ai faites de la combinaison que j'ai préparée me conduisent à un résultat différent, qu'exprime la formule



$$C^{12}H^{12}S^{12}, 4AgOAzO^5 = 3(C^4H^4S^4)4AgOAzO^5$$

que justifient les nombres suivants obtenus sur des échantillons différents, soigneusement débarrassés, par un lavage à l'alcool, de l'eau mère argentique au sein de laquelle ils s'étaient déposés :

					Calculé.
Carbone........	7,61	7,74	»	»	7,53
Hydrogène......	1,36	1,57	»	»	1,25
Soufre.........	19,80	20,00	»	»	20,08
Argent.........	44,40	44,70	45,2	44,8	45,18

» Cette combinaison est d'ailleurs hydratée ; à 100 degrés, elle perd 2,7 pour 100 d'eau, et correspond, par conséquent, à la formule

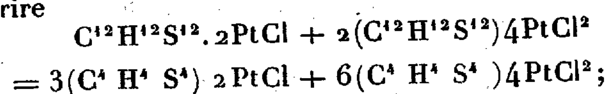


$$3(C^4H^4S^4)4AgOAzO^5.3HO.$$

» Le bichlorure de platine, mélangé aux solutions alcooliques du com-

posé $(CHS)^n$, y détermine un précipité jaune, cristallin, qui, si l'on opère dans des conditions convenables, est remplacé par des aiguilles brillantes, d'un jaune d'or. M. W. Hofmann a obtenu ce précipité, et il lui a donné la formule $C^6H^6S^6.PtCl^2$, formule qui se présente tout naturellement à l'esprit lorsqu'on se borne, ainsi que M. Hofmann annonce l'avoir fait, à y doser le carbone et le platine; mais si l'on fait l'analyse complète de ce composé, on reconnaît que les proportions de chlore y sont inférieures de près de 3 pour 100 à celles qu'exigerait la présence du bichlorure de platine. La formation de ce composé est, en effet, accompagnée d'une réduction partielle qui porte, avec régularité, sur le tiers du bichlorure de platine. J'ai longtemps cru que le corps jaune ainsi formé n'était qu'un mélange; mais, après avoir préparé, dans des conditions variées, plus de dix échantillons, j'ai dû admettre que sa composition était constante, pourvu qu'il eût été préparé à froid, ou à une température peu élevée.

» Sa composition correspond à la formule compliquée $C^{18}H^{18}S^{18}, Pt^6Cl^5$, qu'on peut écrire



$$C^{12}H^{12}S^{12}.2PtCl + 2(C^{12}H^{12}S^{12})4PtCl^2$$
$$= 3(C^4H^4S^4)2PtCl + 6(C^4H^4S^4)4PtCl^2;$$

les nombres suivants justifient cette formule :

						Calculé.
Carbone......	11,93	12,0	12,1	11,4	11,8	12,2
Hydrogène....	2,12	2,2	2,5	2,0	2,1	2,0
Soufre.......	33,10	33,4	»	»	»	32,5
Platine.......	33,70	33,0	32,7	32,6	33,3	33,3
Chlore.......	20,00	20,0	20,5	19,3	20,5	20,0

» Les combinaisons dont je viens d'indiquer la composition centésimale laissent, malgré leur netteté, le chimiste hésitant entre plusieurs formules rationnelles pour le composé $(CHS)^n$, et c'est en étudiant les transformations de ce corps qu'il faut chercher à déterminer sa constitution moléculaire. Les expériences de M. Husemann, qui a obtenu ce corps à l'aide de l'iodure de méthylène, celles de M. W. Hofmann, qui l'a préparé en faisant agir l'hydrogène sulfuré sur le dioxyméthylène, indiquaient déjà des relations étroites entre le dérivé hydrogéné du sulfure de carbone et les remarquables composés découverts par M. Bouttlerow. Ces relations me paraissent aujourd'hui définitivement démontrées par la transformation que j'ai réalisée de ce dérivé en dioxyméthylène.

» Cette transformation s'exécute aisément lorsqu'on chauffe, en vase clos, à 170 degrés le corps $(CHS)^n$ avec un mélange de sulfate ou de borate d'ar-

gent et de chaux vive. Dans cette expérience, on obtient, d'une part, du sulfure d'argent, d'une autre, un corps blanc, à odeur vive, volatil, insoluble, dont j'ai constaté l'identité avec le dioxyméthylène tant par son analyse que par sa transformation en hexaméthylénamine $C^{12}H^{12}Az^{4}$.

» De l'expérience que je viens de rapporter il résulte, à mon sens, que le composé ternaire que j'ai découvert en faisant agir l'hydrogène sur le sulfure de carbone, n'est autre que le disulfométhylène $C^{4}H^{4}S^{4}$, et c'est par suite de cette manière de voir que j'ai interprété comme je l'ai fait plus haut la formule des combinaisons du disulfométhylène avec certains sels métalliques. Je ne prétends pas, cependant, considérer la formule $C^{4}H^{4}S^{4}$ comme exprimant d'une manière définitive la constitution moléculaire du disulfométhylène; j'entends seulement indiquer par là les rapports étroits qui rapprochent ce corps du dioxyméthylène, pour lequel les chimistes ont généralement adopté la formule $C^{4}H^{4}O^{4}$.

» La constitution réelle des corps de cette série singulière ne pourra être fixée que par des recherches nouvelles, et l'étude que j'achève en ce moment de deux autres composés sulfurés, qui naissent, en même temps que le disulfométhylène, de l'action de l'hydrogène sur le sulfure de carbone, contribuera, je l'espère, à élucider cette question.

» Mais, quoi qu'il résulte de ces recherches, il est établi, dès à présent, que le sulfure de carbone, formé par l'union directe du soufre et du charbon, peut être transformé, par l'action successive de l'hydrogène et de l'oxygène, en une substance ternaire, de nature organique et susceptible de se charbonner au contact de l'acide sulfurique concentré. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur la vitalité de la levûre de bière; par* **M. MELSENS.**

» 1. Tous les faits connus sur la fermentation alcoolique ont définitivement établi que ce phénomène est corrélatif de manifestations vitales et confirment les opinions émises par Cagniard-Latour, M. Schwann et M. Pasteur. J'ai étudié quelques circonstances de nature à influer sur la conservation, l'énergie de la vitalité du ferment alcoolique, ou sur sa destruction, en rapprochant mes observations des expériences faites sur la vitalité de graines ou d'animaux.

» 2. *Fermentation à la température de zéro.* — On sait, d'après Edwards et d'après Colin, que les graines ne germent pas à zéro. J'ai constaté que,

contrairement à l'opinion généralement admise, les moûts fermentent à zéro; la fermentation est très-lente, à la vérité, mais continue; les quantités d'acide carbonique et d'alcool produites sont relativement très-faibles. J'ai congelé de la levûre en suspension dans l'eau, en la maintenant pendant quelques heures entre 15 et 20 degrés. D'autre part, j'ai congelé une solution de sucre, puis fait un mélange convenable des masses refroidies, que j'ai introduites dans des flacons également refroidis; ceux-ci étaient munis de longs tubes abducteurs et enfouis au centre d'une masse de neige fondante.

» 3. *Congélation de la levûre sous pression.* — J'ai fait une série d'expériences pour étudier l'influence de la pression, en congelant de la levûre humide ou immergée dans l'eau, en opérant dans des tubes métalliques très-résistants. J'ai beaucoup varié les conditions de ces expériences et j'en ai répété quelques-unes en employant des bombes capables de résister à plus de 8000 atmosphères de pression (celle-ci étant calculée d'après la formule donnée par M. le général Piobert). Ces bombes, remplies d'eau et de levûre, refroidies à 4°,1, hermétiquement fermées ensuite, ont été plongées dans un mélange réfrigérant et ont éclaté au bout de quelque temps. Le ferment qui avait subi cet effort a pu déterminer la fermentation du sucre; mais il faut cependant remarquer que l'on constate, dans la plupart des cas, que la fermentation, provoquée par une levûre pareille, subit un arrêt, et qu'elle ne se produit, ni aussi rapidement, ni aussi complétement qu'en opérant avec la même levûre employée telle que le commerce la livre.

» 4. *Congélation de la levûre ou d'un moût dans la pâte d'éther et d'acide carbonique solide dans le vide.* — Les expériences d'Edwards et de Colin, de Cagniard-Latour et de M. Boussingault, soit sur la levûre sèche, soit sur les graines, sont assez connues. Il en est de même de celles de Spallanzani et de Doyère sur les rotifères. Je ferai observer à ce sujet que l'albumine ne se coagule pas par les froids les plus intenses; une dissolution d'albumine congelée par l'acide carbonique solide se dégèle sans présenter le phénomène de la coagulation ou les apparences que l'on observe lors de la congélation de la solution de fécule.

» Voici succinctement quelques-unes de mes expériences. A différentes reprises j'ai enfoui de la levûre du commerce (*Preszhefe*) dans l'acide carbonique solide que je laissais évaporer à l'air libre; parfois je faisais un bourrelet de levûre autour du réservoir d'un thermomètre à minima vertical, construit par M. Baudin. J'enfermais le tout dans un tube scellé à la

lampe; ce tube, entouré de pâte d'éther et d'acide carbonique solide, était maintenu pendant plusieurs heures dans le vide. Des levûres ainsi traitées, puis réchauffées lentement, produisent encore la fermentation, mais celle-ci ne se manifeste qu'après un temps plus ou moins long; la levûre a perdu de son énergie; son aspect physique a changé. J'ai opéré sur un moût afin de lever les objections que l'on peut faire aux expériences qui précèdent, d'après les opinions de M. Schwann et de M. Pasteur relatives à l'introduction de germes par l'air non calciné, l'eau, etc. Un moût a été divisé en trois parties : la première a servi de terme de comparaison; dans la deuxième on a tué le ferment par une exposition au bain-marie, après l'avoir mis dans un tube scellé à la lampe. On constate, dans ce cas, que la fermentation est indéfiniment arrêtée. La troisième partie du moût a été congelée d'abord, puis introduite avec un thermomètre à minima dans un matras d'essayeur que l'on a scellé à la lampe. Ce matras a éte introduit dans la pâte d'éther et d'acide carbonique solide et porté, après un refroidissement prolongé à l'air libre, sous le récipient de la machine pneumatique; la température indiquée par le thermomètre était de — 91 degrés. A sa sortie du vide, le matras, entouré d'une grande quantité d'acide carbonique solide et placé dans un vase en verre, a été enveloppé d'une grande quantité de linge et abandonné pendant la nuit.

» Le lendemain, j'ai ajusté à la pointe du matras un tube en caoutchouc et un tube abducteur en verre lavés à l'eau bouillante; puis j'ai cassé la pointe, préalablement lavée à l'eau bouillante, à travers le caoutchouc. J'ai constaté d'abord une pression du dedans en dehors, et cinq ou six heures après, l'appareil étant placé dans un milieu à 20 degrés environ, la fermentation a été très-manifeste; elle a continué pendant plusieurs jours.

» 5. *Résistance de la levûre dans les moûts à température élevée.* — La détermination de la limite supérieure exacte de température, passé laquelle la fermentation cesse dans les moûts, offre des difficultés réelles. D'après M. Pasteur, dont l'opinion est partagée par M. Marès, la température la plus élevée à laquelle puisse parvenir spontanément une fermentation alcoolique, dans les grands vases de l'industrie, ne dépasse pas 40 degrés.

» J'arrive à affirmer, contrairement à l'opinion émise par quelques chimistes, que la fermentation *industrielle* de la mélasse, par exemple, est impossible à la température de 45 degrés, surtout en Belgique où les fermentations ne durent que vingt-quatre heures environ.

» Voici le résultat de mes observations. L'élévation de température paraît activer et favoriser la fermentation jusque vers 37 à 40 degrés; lors-

qu'on dépasse ce terme, la fermentation ne tarde pas à se ralentir. En maintenant la température entre 44 et 45 degrés, il arrive presque toujours que tout dégagement d'acide carbonique cesse après cinq ou six heures. Le ferment n'est cependant pas absolument tué; la fermentation peut renaître spontanément après douze ou vingt-quatre heures, parfois plus.

» M. Dubrunfaut, d'après des observations inédites, a constaté que la fermentation dans les moûts chauffés était d'autant plus retardée que la température avait été plus élevée. Il résulte de quelques-unes de mes expériences que la température de 70 à 75 degrés suffit pour *tuer* définitivement la levûre.

» 6. *La vitalité de la levûre est détruite, lorsque la fermentation, produite en vase clos, élève la pression jusqu'à 25 atmosphères environ.* — J'ai introduit un moût additionné d'un excès de levûre, dans l'appareil de MM. Mareska et Dony, maintenu à 30 degrés environ; après vingt-quatre ou trente-six heures de fermentation, la pression s'est élevée à 25 atmosphères, et n'a plus augmenté.

» Après un mois, on a examiné le liquide et constaté la présence de beaucoup de sucre. A l'air libre, la levûre morte se dépose au fond du liquide sucré, et celui-ci, après filtration, fermente parfaitement par l'addition de levûre fraîche. Cette expérience, qui touche à l'industrie des vins mousseux, comporte des détails qui ne peuvent prendre place dans cet extrait.

» *Conclusions.* — D'après mes expériences : 1° la fermentation est possible au sein de la glace fondante, température à laquelle les graines ne germent pas; 2° la levûre résiste à la congélation au sein de l'eau et à l'effort de dilatation qui brise des vases capables de supporter plus de 8000 atmosphères de pression; 3° l'énergie du ferment est diminuée, mais sa vie n'est pas détruite par les froids les plus intenses que l'on puisse produire (environ 100 degrés au-dessous de zéro); 4° la fermentation alcoolique est au moins suspendue lorsque la température est maintenue à 45 degrés pendant quelque temps; 5° la fermentation alcoolique est arrêtée lorsqu'on opère en vase clos, quand l'acide carbonique produit exerce une pression d'environ 25 atmosphères, et, dans ce cas, la levûre est *tuée*. »

M. Boussingault, à l'occasion de cette Communication, s'exprime comme il suit :

« Ce qui me surprend dans les intéressantes observations de M. Melsens, ce n'est pas qu'un globule de levûre ait supporté impunément une tempé-

rature extrêmement basse, ayant pu moi-même soumettre différentes graines au froid résultant de la volatilisation de l'acide carbonique solide sans qu'aucune de ces semences ait perdu sa faculté germinative. Ce qui m'étonne, c'est ce fait curieux, que j'accepte comme vrai, puisqu'il a été constaté par un observateur aussi habile que M. Melsens, que des globules de levûre de bière, fonctionnant dans un milieu sucré, ne soient pas détruits par un froid intense; que leur vitalité soit seulement suspendue pour se manifester de nouveau au retour d'une température favorable à leur développement. C'est que je crois, en fondant ma conviction sur une pratique adoptée dans les vignobles de la Bourgogne, dont M. de Vergnette-Lamotte a fait une étude très-approfondie, que les vins, après avoir subi la congélation, n'éprouvent plus de fermentation secondaire et sont d'une conservation indéfinie (1). M. Pasteur, dont personne ne récusera la compétence en pareille matière, a dit d'ailleurs devant l'Académie que M. de Vergnette-Lamotte avait, avec beaucoup de succès, employé le froid et la congélation à l'amélioration des vins (2).

» En décembre 1848, ayant exposé à une température de — 6 à — 10 degrés du vin blanc du Liebfrauenberg, récolté en 1846, dont la teneur en alcool était de 12,5 pour 100, j'ai été à même de reconnaître la parfaite exactitude des faits observés par M. de Vergnette-Lamotte : du bitartrate de potasse, des matières azotées se sont précipités à mesure que le vin refroidissait, et je me suis assuré que les *glaçons* donnaient, après leur fusion, un liquide notablement alcoolique, et que, par conséquent, ces *glaçons* ne sont pas, comme on le croit encore assez généralement, de l'eau congelée à peu près pure.

» Dans cet ordre d'idées que le froid, comme la chaleur, devait tuer les sporules, les ferments, en un mot les germes de toute nature, j'ai maintenu, dans des mélanges réfrigérants différents liquides d'origine organique,

---

(1) « Le vin congelé devient plus riche en alcool, et la séparation des substances azotées paraît complète... L'excédant de richesse alcoolique ne correspond pas au déchet qui résulte de la congélation. Ainsi, de vins rouges de 1841, premiers crus, contenant 12,27 pour 100 d'alcool, on n'a obtenu qu'une richesse alcoolique de 12,61 pour 100, après les avoir concentrés à la gelée avec un déchet de 7 pour 100. »

Comme conclusion de son travail, M. de Vergnette-Lamotte admet « que le mérite des vins congelés consiste à n'être plus sujets à subir de fermentation secondaire, et à peu former des dépôts dans les fûts ou dans les bouteilles, et qu'ils sont, en outre, d'une durée indéfinie. (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXIII, p. 353.)

(2) *Comptes rendus de l'Académie*, séance du 1er mai 1865, t. LX, p. 901.

jusqu'à ce que les vases dans lesquels ils étaient enfermés eussent acquis une température de — 12 à — 15 degrés. Ces préparations remontent à une dizaine d'années, et, si l'Académie le désirait, je pourrais lui montrer :

Du suc de canne à sucre,

Du bouillon,

Du lait,

De l'urine,

conservés par ce moyen, et dans un état aussi parfait que si la conservation eût été assurée en appliquant à ces liquides le procédé d'Appert.

» Ce résultat était facile à prévoir, d'après les principes aujourd'hui admis dans la science, et je me serais dispensé de le porter à la connaissance de l'Académie, sans la circonstance qui m'a fait prendre la parole. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les conditions chimiques de la vie des organismes inférieurs.* Note de M. J. RAULIN.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire ayant pour titre *Études chimiques sur la végétation.*

» Dans la première Partie, je passe rapidement en revue les découvertes essentielles acquises à la Chimie des végétaux. Ces découvertes, qu'elles se rapportent aux végétaux supérieurs ou aux petits organismes, je les rattache à trois méthodes qui ont des caractères distincts, et qui peuvent prétendre à résoudre chaque question de Chimie physiologique, mais avec des degrés de perfection divers.

» Dans la seconde Partie, j'étudie les lois chimiques de la production d'une Mucédinée, l'*Aspergillus niger*, dans un milieu artificiel formé de substances de composition définie. Voici les principaux résultats de ce travail :

» Des spores d'*Aspergillus*, semées dans un milieu artificiel déterminé, dans des circonstances convenables, donnent des récoltes, constantes à $\frac{1}{20}$ près de leur valeur, et plus abondantes que celles qu'on obtient dans les milieux naturels les mieux appropriés.

» Ce milieu est formé des composés suivants en proportions convenables : sucre, oxygène, eau, acide tartrique, ammoniaque, acide phosphorique, potasse, magnésie, acide sulfurique, oxyde de zinc, oxyde de fer, silice.

» Le concours simultané de tous ces éléments est essentiel, car la suppression de l'un quelconque d'entre eux abaisse le poids des récoltes dans un rapport assez grand, souvent même considérable.

» Chacun des corps simples de ce milieu exerce sur le développement du végétal une influence propre; ils ne paraissent pas pouvoir être remplacés par d'autres corps simples, et ils sont astreints à des formes de composés spéciales : ainsi l'azote est assimilable sous forme de nitrate ou de sel d'ammoniaque, et non sous celle de nitrite ou de cyanure.

» L'intervention de ces corps simples dans la formation du végétal paraît s'effectuer suivant des lois numériques, aussi précises peut-être que celles qui règlent la formation des êtres inorganisés; il est remarquable que les proportions des éléments simples qui concourent à former un même poids de végétal soient de divers ordres de grandeur, depuis des poids comparables à celui du végétal, jusqu'à des quantités dont nous ne pouvons actuellement fixer le degré de petitesse.

» A côté des composés utiles de l'*Aspergillus*, on en trouve d'autres qui lui nuisent, quelquefois en proportions extrêmement petites.

» J'ai indiqué les relations qui rattachent ces résultats aux lois générales de la physiologie, en particulier à celles de la vie des grands végétaux.

» Ces recherches ne sont que le développement d'expériences fondamentales de M. Pasteur sur la vie des êtres inférieurs; elles réalisent certaines vues qu'il a émises de 1860 à 1862. Voilà ce que je tiens d'autant plus à affirmer, qu'un éminent chimiste, examinant à nouveau le problème des fermentations, paraît remettre en question les lois chimiques du développement des petits organismes, découvertes par M. Pasteur, et sur lesquelles reposent mes études : aussi, sans entrer dans le détail des faits accumulés dans le Mémoire de M. Liebig, qui exigeraient un sérieux examen, je vais discuter les points les plus importants de ce Mémoire.

» M. Pasteur a établi que le dédoublement du sucre dans la fermentation alcoolique est corrélatif du développement d'un être organisé spécial, la levûre de bière.

» Il eut grand soin de distinguer de cette loi, démontrée expérimentalement, toute conjecture sur la cause intime du phénomène : ce n'est qu'avec la plus grande réserve qu'il émit sur ce point une hypothèse ingénieuse propre à rattacher entre eux des faits intéressants.

» En suivant cette rigoureuse méthode, il a accompli un progrès considérable que méconnaît M. Liebig, lorsqu'il affirme que M. Pasteur a enrichi la science de faits intéressants, sans faire avancer la théorie des fermentations; lorsqu'il voit dans cette expression : *corrélation de l'acte vital et du phénomène chimique*, un sens mystérieux qu'elle ne comporte pas; lorsque enfin lui-même confond sans cesse le fait de la décomposition des matières

albuminoïdes corrélatives de la décomposition du sucre, et l'idée du mouvement moléculaire communiqué : aussi je vais écarter du Mémoire de M. Liebig cette hypothèse de *communication du mouvement* qui échappe à l'expérience, qui obscurcit les faits sans y rien ajouter, afin de mieux mettre en évidence les lois expérimentales.

» Ces lois peuvent se résumer dans les trois propositions suivantes :

» 1° La décomposition du sucre en alcool et en acide carbonique paraît corrélative de la présence de la levûre de bière, qui est un être organisé (p. 31, *Annalen der Chemie und Pharmacie,* janvier 1870).

» 2° La levûre de bière produit une substance chimique qui, en se transformant ou en se décomposant, dédouble le sucre (p. 6, 8, 20).

» 3° Le développement de la levûre n'est pas en corrélation nécessaire avec la fermentation du sucre (p. 22 et suiv.).

» 1° La première proposition, d'accord avec les découvertes de M. Pasteur, renverse l'ancienne théorie de M. Liebig, qui admettait que des matières albuminoïdes suffisent à exciter la fermentation du sucre.

» 2° Si l'on parvenait à démontrer que la levûre produit une substance qui transforme le sucre en alcool et en acide carbonique, il n'y aurait là aucune contradiction avec les expériences de M. Pasteur, pourvu que l'action de cette substance fût corrélative du développement de la levûre; mais l'expérience directe pourrait seule accomplir ce progrès; or le savant chimiste allemand ne fonde son hypothèse que sur des analogies vagues ou des observations incomplètes; il n'avance donc pas la question de ce côté.

» 3° Quant au développement de la levûre parallèlement au dédoublement du sucre, M. Liebig constate que ce végétal se multiplie dans le cas de la *fermentation du sucre avec eau de levûre et une trace de levûre fraîche.* Mais il contredit l'assertion de M. Pasteur sur la multiplication des globules, dans le cas des *mélanges d'eau sucrée et d'une notable quantité de levûre fraîche.*

» A l'appui de cette affirmation, M. Liebig n'apporte aucun fait nouveau. D'une part, il avoue ne pas comprendre que la levûre puisse vivre et se développer dans de pure eau sucrée privée d'éléments essentiels à sa nutrition; et pourtant ailleurs il explique admirablement comment de nouveaux globules peuvent se former au moyen des matières albuminoïdes qui imprègnent la masse de la levûre et du sucre ajouté à cette levûre (p. 27). D'autre part, il discute les expériences de M. Pasteur sur la fermentation comparée du sucre, soit avec de la levûre fraîche, soit avec de l'eau de levûre, et il conclut que les résultats n'en sont pas probants au point de vue de la multiplication des globules de levûre. Or M. Pasteur a établi par

ces expériences qu'il n'y a pas, entre la fermentation avec levûre fraîche et la fermentation avec liquide albuminoïde, la différence qu'on avait prétendu y voir jusque-là, puisque tous les produits de la fermentation sont semblables de part et d'autre. Quant à la réalité de la multiplication des globules, il suffit, pour s'en convaincre, de rapprocher de ces expériences le fait de l'accroissement de la cellulose de la levûre pendant la fermentation; mais ce fait, constaté par M. Pasteur, n'a pas fixé l'attention de son savant contradicteur.

» J'arrive aux importantes expériences de M. Pasteur, sur la fermentation alcoolique dans les milieux artificiels.

» M. Liebig leur oppose une expérience incomplète, dans laquelle il a eu affaire à une fermentation lactique accidentelle, phénomène que M. Pasteur a décrit avec soin, et qui est pleinement d'accord avec ses idées générales.

» D'autre part, il s'imagine que M. Pasteur s'est contenté, dans ces expériences, de constater la disparition de l'ammoniaque sans s'assurer que de l'alcool s'était produit et que le dépôt formé était bien de la levûre de bière; il pense donc que ce n'est pas une fermentation alcoolique avec de la levûre de bière, mais bien une fermentation lactique avec de la levûre lactique, que M. Pasteur a obtenue. Il ne s'aperçoit pas qu'il attribue ainsi à la fermentation lactique les propriétés mêmes qu'il refuse à la fermentation alcoolique. En outre, non-seulement M. Pasteur a dosé l'ammoniaque disparue, mais il a reconnu le dégagement de l'acide carbonique, la production de l'alcool en quantité notable, la nature de la levûre formée, et jusqu'à la présence non douteuse de la glycérine et de l'acide succinique; qu'enfin, pour corroborer ces résultats de l'analyse par synthèse, il a constaté l'influence sur l'activité de la fermentation de la suppression du sucre, ou de l'ammoniaque, ou des phosphates.

» D'ailleurs les doutes de M. Liebig sur l'expérience de M. Pasteur ont une origine plus élevée : le sucre, l'ammoniaque, les sulfates, produisant des matières albuminoïdes à l'aide des champignons en dehors de l'influence de la lumière, voilà un fait qui ne lui paraît se rattacher à aucun des phénomènes connus de la physiologie.

» Il est bien vrai, comme l'a reconnu M. Pasteur, que la levûre alcoolique, en vertu de sa nature propre, se développe faiblement dans les milieux artificiels; mais ces milieux sont mieux appropriés à d'autres espèces de champignons, les Mucédinées, dont les récoltes plus abondantes ont fourni à M. Pasteur une vérification complète de ses premiers résultats.

» C'est à M. Pasteur qu'appartient, sans contredit, la démonstration générale du fait important que M. Liebig met en doute. Pour achever de le convaincre, il me suffirait, je pense, de lui citer les poids de récoltes de Mucédinées que j'ai obtenus dans un milieu formé de sucre, d'ammoniaque, et d'éléments minéraux, de sulfates en particulier, ainsi que les nombres qui mesurent l'influence remarquable de chacun de ces éléments.

» A mon avis, les découvertes de M. Pasteur sur la génération des petits organismes sont tellement nombreuses, elles présentent un si parfait accord, elles ont été suivies de conséquences pratiques si importantes, qu'elles me paraissent inattaquables : aussi les objections du Mémoire de M. Liebig reposent, non sur les résultats d'expériences suivies, mais sur des analogies incomplètes ou sur des interprétations inexactes des vues et des expériences de M. Pasteur; il me semble que la théorie moderne des fermentations, loin d'être atteinte par ces objections, se trouve heureusement confirmée par les recherches du savant dont le nom fait, à juste titre, autorité en pareille matière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la tribromhydrine*. Note de M. L. Henry, présentée par M. Wurtz.

« On admet généralement, d'après les expériences de M. Berthelot, que le liquide, bouillant à 180 degrés, formé par l'action du pentabromure de phosphore sur la dibromhydrine ou sur l'épibromhydrine est la tribromhydrine, et que ce corps est isomérique avec le tribromure d'allyle, composé solide au-dessous de 16 degrés, bouillant entre 217 et 218 degrés, et que M. Wurtz a obtenu en traitant l'iodure d'allyle par le brome. Diverses raisons théoriques, que je mentionne dans mon Mémoire, et parmi lesquelles je me borne à signaler ici l'identité de la trichlorhydrine et du trichlorure d'allyle (Oppenheim), m'ont porté à douter de l'isomérie dont il s'agit.

» L'expérience a justifié mes doutes et pleinement confirmé mes prévisions concernant l'identité du tribromure d'allyle et de la tribromhydrine.

» J'ai préparé la tribromhydrine à l'aide du pentabromure de phosphore et de la dibromhydrine *bien pure* (1).

---

(1) Ces deux corps ont été employés en quantités proportionnelles à leurs poids moléculaires; on laisse tomber goutte à goutte la dibromhydrine sur le pentabromure.

La dibromhydrine a été obtenue, d'après le procédé de M. Berthelot, par l'action du tri-

» Il est inutile de nous arrêter aux détails de la réaction. L'oxybromure de phosphore a été décomposé par l'eau et le produit brut a été ensuite agité avec une solution de carbonate sodique pour le débarrasser de l'acide bromhydrique. Il reste, à la suite de ce traitement, un liquide huileux, fortement coloré en rouge brun, très-dense, au-dessus duquel surnage le chlorure de calcium. Après dessiccation, ce produit a été distillé.

» Sous l'action de la chaleur, il commence par noircir; pendant toute la durée de la distillation, il se dégage abondamment de l'acide bromhydrique(1), le thermomètre monte rapidement à 200-210 degrés, point où le liquide commence à passer pour demeurer fixe pendant toute la durée de l'opération entre 218 et 221 degrés; à la fin, la température indiquée par le thermomètre s'élève notablement; il reste dans la cornue un résidu charbonneux assez peu considérable.

» Le liquide distillé, fortement chargé d'acide bromhydrique, est presque incolore; après l'avoir de nouveau débarrassé de cet acide par le carbonate sodique, puis desséché soigneusement, il a été soumis à une nouvelle rectification; il a passé alors sans décomposition à 219-221 degrés.

» L'analyse de ce produit, faite par notre préparateur M. le Dr B. Radziszewski, a donné les résultats suivants :

» I. $0^{gr},3448$ de substance ont fourni $0^{gr},6900$ de bromure d'argent.

» II. $0^{gr},3380$ ont donné $0^{gr},6758$ de bromure argentique.

---

bromure de phosphore sur de la glycérine sirupeuse; on fait arriver petit à petit le tribromure dans la glycérine, légèrement chauffée au commencement de l'opération.

De 1600 grammes environ de tribromure que j'ai fait réagir sur 1500 grammes de glycérine en trois opérations, j'ai retiré au delà de 800 grammes de dibromhydrine brute.

A la suite des rectifications nécessaires pour obtenir la dibromhydrine à l'état de pureté, j'ai retiré de ce produit brut, une certaine quantité d'un liquide plus dense que l'eau, bouillant au-dessous de 100 degrés. Cette portion est en majeure partie du bromure d'allyle C^3H^5Br; après un traitement par la potasse caustique pour détruire l'acroléine, j'ai pu retirer environ 30 grammes de bromure, bouillant vers 70 degrés; on voit que sans être notable, la quantité de ce produit qui se forme est très-appréciable.

La formation du bromure d'allyle, dans ces circonstances, est due sans doute, comme celle de l'iodure d'allyle dans l'action des iodures de phosphore sur la glycérine, à la destruction par la chaleur, vers la fin de la première distillation, d'une petite quantité de tribromhydrine qui se formerait comme produit accessoire.

(1) Cet acide bromhydrique est dû sans doute à la décomposition, par la chaleur, des éthers bromophosphoriques de la glycérine, éthers formés par suite de la réaction de l'oxybromure de phosphore sur la dibromhydrine.

		Calculé.	Trouvé.	
			I.	II.
C^3	36	12,81		
H^5	5	1,78	»	»
Br^3	240	85,40	85,16	85,13
	281	100,00		

» Ainsi préparée, la tribromhydrine présente des propriétés identiques à celles du tribromure d'allyle.

» Elle constitue, à la température ordinaire, un liquide neutre, d'une odeur faible éthérée, non désagréable, incolore, d'une densité de 2,407 à +10 degrés, insoluble dans l'eau, bouillant à 219-220 degrés.

» Ce corps se prend par le froid en cristaux fins prismatiques allongés, fusibles entre 16 et 17 degrés (1). La potasse caustique l'attaque dans les mêmes conditions que le tribromure d'allyle, et donne les mêmes produits que l'on obtient avec celui-ci.

» Je les ai chauffés l'un et l'autre avec de la potasse caustique en fragments, dans une cornue plongée dans un bain d'huile; une réaction très-vive se manifeste vers 140-150 degrés, le produit distillé se compose d'une couche aqueuse et d'une couche plus dense d'un liquide huileux; celui-ci bout, en majeure partie, vers 145 degrés, et *paraît* être un mélange d'épibromhydrine $(C^3H^5)BrO$, bouillant à 138-140 degrés, et d'épidibromhydrine $C^3H^4Br^2$, bouillant à 150-152 degrés (2).

» Je me propose de revenir plus tard sur cette réaction; mais je constate, dès à présent, que la tribromhydrine et le tribromure d'allyle se comportent de la même manière sous l'action de la potasse caustique.

» Je ferai remarquer, en finissant, que M. Berthelot mentionne, dans son Mémoire, parmi les produits de l'action du pentabromure de phosphore sur

---

(1) De même que le tribromure d'allyle, la tribromhydrine présente à un haut degré le phénomène de la surfusion; elle peut rester longtemps liquide au-dessous de 16 degrés, mais elle se prend en une masse solide lorsque l'on y projette une parcelle d'un cristal déjà formé de la même substance ou même de tribromure d'allyle : cette particularité montre bien l'identité de ces deux corps.

(2) Un dosage du brome dans la portion bouillant vers 145 degrés nous a donné 71,40 pour 100 de brome : c'est à peu près la moyenne entre l'épibromhydrine et l'épidibromhydrine :

C^3H^5BrO	$Br = 58,39$ pour 100......	Ébullition	138-140°
$C^3H^4Br^2$	$Br = 80,00$ pour 100......	Ébullition	158-152
Moyenne...	69,19		145

la dibromhydrine, à côté de sa tribromhydrine (bouillant vers 180 degrés), un produit bouillant vers 210 degrés, et qu'il regarde comme un hydrate de celle-ci. Voici comment il s'exprime :

« Il passe, vers 210 degrés, un composé particulier $C^6H^7Br^3O^2$, lequel peut » être regardé, soit comme un hydrate de tribromhydrine $C^6H^5Br^3 + 2HO$, » soit comme un bromhydrate de dibromhydrine $C^6H^6Br^2O^2 + HBr$.

» L'hydrate de tribromhydrine, volatil vers 210 degrés, est de même dé- » composé par l'oxyde d'argent, humide à 100 degrés, avec régénération » de glycérine.

» Il renferme

C.	12,2
H.	2,7
Br.	79,0

» La formule $C^6H^5Br^2 + 2HO$ exige

C.	12,0
H.	2,3
Br.	80,0

» Je crois qu'il ne peut y avoir de doute sur la nature de ce produit. C'est la tribromhydrine elle-même, non encore parfaitement pure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des xylènes et cumènes isomères dans les huiles de houille.* Note de **M. Rommier**, présentée par M. P. Thenard.

« Dans une Note précédente, nous avons annoncé que, quand on agite fortement, avec un excès d'acide sulfurique chaud, les huiles de houille volatiles de 160 à 220 degrés, on arrive à les débarrasser de la naphtaline qui, jusqu'ici, rendait impossible leur étude rigoureuse. Nous avons alors démontré qu'elles sont composées de cumène, de cymène et d'hydrures forméniques qui s'accompagnent dans les distillations fractionnées. Pour en opérer la séparation, nous avons attaqué ces produits rectifiés par l'acide nitrique fumant, ce qui nous a permis de séparer les hydrures forméniques du cumène et du cymène qui sont alors ressortis sous forme de binitrocumène et de binitrocymène, corps remarquables par la facilité et la netteté de leurs cristallisations au sein de l'alcool.

» Mais dans l'action de l'acide sulfurique sur les huiles, il disparaît une grande part de celles-ci, et nous avons dû nous demander si avec la naph-

taline, il ne disparaissait pas simultanément des huiles spéciales. C'est ce qui a lieu, en effet, et dans ce nouveau travail nous nous proposons l'étude de ces huiles solubles dans l'acide sulfurique.

» Avant de commencer cet examen, nous devons dire que déjà M. Beilstein avait traité des pétroles par de l'acide sulfurique, mais c'était de l'acide fumant et non de l'acide à 1 équivalent d'eau, ce qui est fort différent, car dans un cas on dissout tous les homologues de la benzine, tandis que, dans l'autre, c'est-à-dire dans celui où nous nous sommes placé, on opère dans une certaine mesure la séparation des isomères, comme nous allons le démontrer.

» Quand, après avoir saturé en partie par la soude la dissolution sulfurique d'huile bouillant entre 130 et 220 degrés, on distille le tout, la masse se charbonne petit à petit, se boursoufle, et il passe à la distillation deux liquides insolubles l'un dans l'autre et des torrents de gaz acide sulfureux.

» Le liquide qui occupe la couche inférieure n'est guère que de l'eau acide, celui qui surnage est au contraire une combinaison à équivalents sensiblement égaux d'acide sulfureux avec diverses huiles du genre benzine. Cette combinaison se détruit avec la plus grande facilité par un lavage à la soude.

» L'huile que l'on obtient ainsi bout de 130 à 200 degrés, c'est-à-dire que toute la partie première volatile de 200 à 220 degrés disparaît, carbonisée sans doute par l'acide sulfurique; aussi n'y rencontre-t-on que des traces de naphtaline.

» En opérant sur 12 litres d'huile du gaz de Paris, l'acide sulfurique en dissout près de 10 litres, qui, à la distillation, nous ont rendu $2^{lit},700$ des huiles que nous allons examiner.

» Cinq séries de distillations fractionnées dans l'appareil de M. Wurtz ont donné, outre les intermédiaires : 1° 350 centimètres cubes d'une huile bouillant de 139 à 140 degrés, c'est-à-dire au point d'ébullition du xylène; 2° 150 centimètres cubes bouillant de 165 à 167 degrés, point d'ébullition du cumène; 3° et seulement 200 centimètres cubes volatils de 170 à 200 degrés. En raison de sa faible quantité et parce qu'elle est souillée d'un peu de naphtaline, nous avons négligé cette dernière partie, qui serait cependant intéressante au point de vue de l'étude du cymène; nous nous proposons d'y revenir plus tard.

» L'analyse des produits bouillant de 139 à 140 degrés nous a donné avec

la plus grande exactitude la formule du xylène, et celle des produits bouillant de 165 à 167 degrés la formule du cumène (1).

» A ne consulter que la similitude des points d'ébullition des xylènes et cumènes solubles et insolubles dans l'acide sulfurique, et l'identité de composition, nous devions nous attendre qu'en traitant ces mêmes hydrocarbures par l'acide nitrique fumant, nous aurions à la fois et les mêmes réactions et les mêmes produits; mais il n'en est rien, et c'est là le point capital de notre travail.

» En effet, les deux xylènes binitrés diffèrent entre eux par leurs formes cristallines, sur lesquelles nous reviendrons, et par leurs points de fusion. Celui qui provient de l'acide xylène-sulfureux fond à 61 degrés, tandis que l'autre, binitré, fond à 92. Ce dernier correspond probablement au binitroxylène de M. Fittig.

» Les deux cumènes binitrés fondent à la même température, 86 degrés, mais ils n'ont pas la même cristallisation, et on remarque aussi une grande différence dans leur préparation : en effet, tandis que le cumène ordinaire ou mésitylène n'exige que quatre à cinq fois son poids d'acide pour devenir binitré, le cumène qui dérive de l'acide cumène-sulfureux n'est transformé qu'incomplétement en binitrocumène par vingt fois son poids d'acide fumant, et toujours dans cette réaction il se produit une quantité notable de corps liquides sans doute mononitrés.

» N'ayant pas l'habitude des formes cristallines, nous nous sommes adressé à M. Des Cloizeaux, qui, avec sa bienveillance ordinaire, a bien voulu se charger de déterminer nos cristaux. Ce travail de M. Des Cloizeaux lui est tout personnel (2); cependant, il nous autorise à dire que les formes des deux xylènes et des deux cumènes binitrés diffèrent essentiellement. Il n'a reconnu qu'une seule nature de cristaux dans ceux qui proviennent du xylène et du cumène insolubles dans l'acide sulfurique, mais

---

(1) Analyse du xylène :

	Trouvé.	Calculé.
	C = 90,41	C^{16} = 90,56
	H = 9,59	H^{10} = 9,43
	100,00	99,99

Analyse du cumène :

	Trouvé.	Calculé.
	C = 89,75	C^{18} = 90,00
	H = 10,25	H^{12} = 10,00
	100,00	100,00

(2) *Voir* la Note de M. Des Cloizeaux, p. 587.

ceux qui dérivent du xylène et du cumène soluble dans l'acide, présentaient l'un et l'autre deux formes de cristaux incompatibles; d'où il faut conclure ce qui n'était encore que soupçonné, que, dans les huiles de houille, il y a certainement au moins deux xylènes et deux cumènes, et, d'après l'étude cristallographique de M. Des Cloizeaux, probablement davantage; c'est sur ce dernier point que nous porterons nos investigations.

Analyse du binitroxylène.

	Soluble dans l'acide sulfurique.	Insoluble.		Calculé.
C.....	48,20	48,00	C^{16}....	48,98
H.....	4,40	3,98	H^{8}.....	4,08
Az.....	15,60	16,66	Az^{2}.....	14,20
O.....	31,80	31,36	O^{8}.....	32,74
	100,00	100,00		100,00

Analyse du binitrocumène.

	Soluble dans l'acide sulfurique.	Insoluble.		Calculé.
C.....	51,00	51,79	C^{18}.....	51,43
H.....	4,80	4,78	H^{10}.....	4,76
Az.....	15,00	14,18	Az^{2}.....	13,33
O.....	29,20	29,25	O^{8}.....	30,47
	100,00	100,00		99,99

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des causes de la déhiscence des anthères* (suite et fin). *Rôle de la troisième membrane, de la cloison et du connectif. Expériences sur l'action de l'eau.* Note de **M. Ad. Chatin.**

« III. — La troisième membrane ou vrai endothecium, se détruisant généralement un peu avant la déhiscence, prépare celle-ci par sa disparition même, qui a pour résultat d'affaiblir l'épaisseur des valves.

» Parfois cependant, elle persiste, et alors deux cas se présentent. Tantôt, comme dans les *Cassia*, *Pyrola* et *Rhododendron*, l'épaisseur de ses utricules est telle qu'elle doit être un obstacle à la déhiscence, laquelle, dans ces plantes, ne s'opère, en effet, que par un pore ou une très-courte fente; tantôt elle se compose d'utricules d'une consistance délicate et en harmonie, comme celles de l'exothecium, avec un rôle actif. Tout indique d'ailleurs que l'action de l'endothecium doit être alors inverse de celle de l'exothecium, celle-là portant à l'incurvation des valves, tandis que cette dernière poussera à leur renversement.

» Comme la troisième membrane, c'est indirectement par sa destruction, quelquefois par son retrait, que la cloison des logettes aide à la déhiscence. C'est en effet sur la cloison que s'appuient, par leur bord sutural, les valves de l'anthère, exactement comme s'appuient, sur une cloison ou mur commun de séparation, les planchers de deux chambres contiguës. Or, de même que, ce mur abattu, les deux planchers privés de point d'appui, écarteraient, par un mouvement de bascule leurs bords d'abord contigus, ainsi les valves de l'anthère, par le fait seul du porte-à-faux que détermine la destruction de la cloison de séparation des logettes, tendent à se dissocier sur la ligne suturale, commençant ainsi le plus souvent la déhiscence qu'achèvera l'action des valves. La destruction de la cloison n'est pas d'ailleurs nécessaire pour déterminer le porte-à-faux des valves; il suffira d'une simple rétraction de ces organes, rétraction que facilite chez un certain nombre de plantes (*Malva*, *Althæa*, *Lonicera*, *Linum triginum*, etc.) la nature fibreuse des utricules.

» Il est enfin quelques anthères dans la déhiscence desquelles aucune part ne peut être faite à la cloison, soit parce que celle-ci est fausse ou formée par le seul repli des valves (*Nuphar*), soit parce qu'elle fait défaut absolu (*Nymphæa*).

» Consécutivement à la destruction ou au retrait de la cloison, exceptionnellement avant, la déhiscence commence, tantôt par le simple décollement des bords suturaux des valves (*Allium*, *Leucoïum*, *Smilax*, *Bilbergia*, *Crocus*, *Iris*, *Rheum*, *Rumex*, *Helleborus*, *Fœniculum*, *Cascarilla*, *Cinchona*, *Nerium*, *Jasminum*, *Syringa*, etc.), assez souvent par la destruction des sutures (*Hydnora*, *Ombrophytum*, *Hierochloa*, *Eriophorum*, *Luzula*, *Agave*, *Scilla*, *Tamus*, *Cephalanthera*, *Epidendrum*, *Malaxis*, *Neottia*, *Uncidium*, *Diclytra*, *Viola*, *Fragaria*, *Crassula*, *Weigelia*, *Cosmibuena*, *Campanula*, *Plumbago*, *Veronica*, *Lamium*, etc.). Le plus souvent la destruction des cellules porte à la fois sur les bords des deux valves; cependant il peut arriver que l'une seule des valves, ordinairement l'inférieure, perde ses utricules marginales (*Cerasus*, *Pyrus*, *Valeriana*).

» La déhiscence, qui commence toujours par la dissociation des bords suturaux, s'arrête parfois, surtout dans les anthères à valves non ou incomplétement fibreuses, à ce premier phénomène, les valves restant plus ou moins passives (*Neottia*, *Orchis*, *Lycopersicon*, *Erythræa*, etc.). Mais le cas commun est que la déhiscence, commencée par le décollement ou par la destruction des bords suturaux, se complète par le renversement ou par l'incurvation des valves.

» Les botanistes s'accordent, au moins tacitement, à refuser tout rôle au connectif dans la déhiscence. Mirbel avait bien dit, en 1808, que le renversement des valves était dû au connectif; mais il parut avoir abandonné cette opinion, que ne reprirent ni Purkinje, ni les botanistes modernes, et à laquelle me ramènent, dans une certaine mesure, mes études anatomiques sur l'anthère.

» Il est d'abord évident que le connectif aide positivement à la déhiscence, en servant de point d'appui aux valves de l'anthère. L'organisation même de ces valves, généralement beaucoup plus épaisses à leur base ou attache que vers l'extrémité suturale, montre assez que c'est sur le connectif que s'appuient efficacement les leviers qu'elles représentent. C'est surtout dans les plantes (*Cereus*, *Butomus*, *Lilium Martagon*) où les valves se présentent, par leur renversement complet, adossées deux à deux et relevées verticalement sur les faces postérieure et antérieure du connectif, que le concours prêté par celui-ci à la déhiscence, passivement au moins, se montre clairement.

» Mais il y a plus : la structure spéciale du connectif dans un certain nombre de plantes indique que cet organe peut concourir activement à la déhiscence. Deux cas se présentent d'ailleurs ici.

» Quand le connectif est composé de cellules fibreuses, comme dans l'*Agave*, le *Butomus*, l'*Hemerocallis fulva*, le *Pittosporum*, le *Crassula*, le *Weigelia*, le *Ruta*, il se continue insensiblement avec les valves, dont la base se confond avec lui, et il est bien difficile alors de ne pas admettre qu'il participe à l'action de celles-ci. On peut, à l'appui de cette hypothèse, faire remarquer que ce sont, en général, les anthères à connectif fibreux qui renversent le plus leurs valves; l'exception que présentent, à cet égard, les *Muscari*, *Pachysandra*, *Citrus*, *Grewia*, *Loranthus*, etc., s'expliquant par la présence, dans les valves, de cellules fibreuses à griffes ayant une structure et, par suite, une action différentes de celles des cellules spiralées du connectif.

» Tout autre serait la cause de l'intervention active du connectif dans les *Agave*, *Iris*, *Sparganium*, *Ardisia*, *Rosa*, plantes chez lesquelles existent de grandes cellules épidermiques qui ajouteraient leurs effets à ceux de la membrane externe des valves, dont elles ne sont que le prolongement. On ne comprendrait pas que la membrane épidermique, si développée sur le connectif de ces plantes au moment de la maturation de leurs anthères, fût déshéritée de tout rôle dans les phénomènes de déhiscence, en présence de l'action concédée à la membrane épidermique des valves.

» Étant donnés les faits d'organisation qui président à la déhiscence, il faut encore, pour que l'action des organes s'exerce, que ces derniers se trouvent portés à un certain état de sécheresse par l'acte de la végétation et par l'état du milieu ambiant. Les modifications qu'amène dans les tissus la maturation de l'anthère s'étant produites, l'expérimentation donne des résultats décisifs, et l'on voit bien alors que la perte de leur excès d'humidité par les tissus est la condition essentielle de la déhiscence.

» J'en ai donné la preuve expérimentale pour ce qui concerne isolément la membrane fibreuse, dans les cas où elle persiste seule (*Vitis*, *Althæa*). Moins favorisé pour une démonstration de même ordre quant à la membrane épidermique, qui n'existe jamais (?) seule, on peut cependant rapporter à celle-ci, du moins pour la part principale, la déhiscence des anthères privées de cellules fibreuses ou n'en ayant que d'imparfaites.

» Rien n'est d'ailleurs plus facile que d'établir par l'expérience l'influence de l'humidité, lorsque, ce qui est le cas ordinaire, les valves se composent, avec l'exothèque, d'une mésothèque fibreuse. Que l'on fasse choix de deux fleurs d'*Aloë*, de *Lilium*, de *Rosa*, de *Cereus*, etc., et que l'une des deux fleurs soit placée sous l'eau, tandis que l'autre émerge, son pédoncule trempant seul dans l'eau, on verra constamment les anthères des premières fleurs rester closes, tandis que celles des fleurs non immergées ne tarderont pas à s'ouvrir. Que maintenant les fleurs dont les anthères se sont ouvertes soient placées dans l'eau, ou que seulement leurs anthères soient mouillées pendant quelques instants, et l'on verra les bords des valves quitter leur position écartée pour reprendre la position qu'elles avaient avant la déhiscence, ou du moins au commencement de celle-ci.

» Les changements de position des valves sous l'influence de l'eau sont remarquables entre tous quand, comme cela a lieu dans le Lis Martagon, le *Paris*, le *Butomus*, le *Cactus* et le *Cereus*, les valves sont fortement renversées après la déhiscence.

» L'expérience peut être rendue plus saisissante sous les formes suivantes :

» On prend une calathide, celle du grand Soleil (*Helianthus annuus*) par exemple, ou mieux celle de la Scabieuse, plante dont les anthères libres sont d'une observation plus facile, et l'on dispose cette calathide de telle sorte qu'une moitié seulement plonge dans l'eau. Au bout de quelque temps, la moitié de la calathide laissée dans l'air aura ses anthères ouvertes, celles de la moitié submergée restant, au contraire, closes.

» Si les fleurs sont assez grandes, comme celles du Lis blanc ou du Lis

Martagon, on la couchera sur l'eau, de façon à en immerger seulement la moitié, et l'on constatera que cette moitié immergée sera seule à ne pas ouvrir ses anthères.

» On peut même, en faisant choix de grosses anthères et opérant avec précaution, ramener vers la position qu'elle occupait avant la déhiscence, une seule des deux valves, en la touchant avec un peu d'eau, la valve opposée gardant la position écartée qu'elle avait prise.

» Au résumé, des faits d'organisation préparent la déhiscence des anthères, des causes extérieures la déterminent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations des orages en Norvége, pendant l'année* 1869. Lettre de M. MOHN à M. Le Verrier.

« Christiania, 12 mars 1870.

» J'ai l'honneur de vous transmettre les résultats de mes recherches sur les orages en Norvége, pendant l'année 1869. Les orages ont été observés et discutés de la même manière qu'en 1868. Je peux donc renvoyer au Mémoire inséré à l'Atlas météorologique pour 1868, D, p. 15.

» J'arrive aux conclusions suivantes :

» Le nombre d'orages en 1869 est *très-faible*.

» C'est le mois de juillet qui a eu le plus grand nombre d'orages. Les orages d'hiver ont été très-fréquents sur la côte ouest, dans les mois de janvier et de février, depuis le 58e jusqu'au 69e degré de latitude. Entre ces deux maxima, on trouve des minima, en mars qui est tout à fait sans orages, et en décembre.

» La plupart des orages ont éclaté sur la côte, sauf dans la partie orientale du pays, où l'intérieur en présente un plus grand nombre que la côte.

» Sur la partie orientale du pays, où les orages sont des orages d'été, cette saison a été froide et la quantité de vapeur d'eau faible. Le mois de juillet fait cependant exception, et ce mois présente aussi un nombre d'orages qui dépasse de beaucoup celui pour les mois de juin et d'août. Les vents du sud ont été relativement rares en juin et en août, pendant qu'en juillet ils ont soufflé avec une fréquence plus grande qu'en moyenne.

» Sur la côte ouest, où les orages ont généralement leur plus grande fréquence dans la Norvége, l'été était froid, la quantité de vapeur faible, et les vents du sud relativement rares, pendant que les vents du nord-ouest se trouvaient développés de manière à souffler presque comme des alizés.

Juillet fait exception : il présente une plus grande fréquence de vents du sud et un nombre d'orages plus considérable que les mois voisins.

» Sur les côtes de Romsdal, l'été a été froid et sec, à l'exception du mois de juillet, qui présente plusieurs orages.

» Parmi les mois d'hiver, décembre est froid et presque sans orage; au contraire, les mois de janvier et de février sont relativement chauds, humides et tempétueux; un nombre relativement très-grand d'orages éclatent pendant ces deux mois.

» Le mois de mars est froid et sec, les vents du sud font défaut, et le nombre des orages se trouve réduit à zéro.

» L'année 1869 doit ainsi la quantité très-faible d'orages qu'elle présente aux vents froids et secs, soufflant dans les mois de juin et d'août sur les parties du pays ordinairement les plus riches en orages. La richesse de l'hiver en orages ne peut nullement compenser la stérilité de l'été.

» Les observations des orages seront continuées en Norvége, surtout pour former la base d'une statistique de la fréquence des orages dans les divers mois et dans les diverses régions du pays. »

ASTRONOMIE. — *Chute d'un aérolithe à Mourzouk (Barbarie), le 25 décembre* 1869. Lettre de **M. Coumbary** à M. Le Verrier.

« Constantinople, le 9 mars 1870.

» M. Carabella, directeur des Affaires étrangères du Vilayet de Tripoli, de Barbarie, nous communique ce qui suit :

« Tripoli, 2 février 1870.

» Le Moutessarif de Mourzouk (Fezzan), latitude 26 degrés nord et longitude 12 degrés est (méridien de Paris), nous fait savoir que, vers le 25 décembre, il est tombé à l'est de la ville, sur le soir, un immense globe de feu, mesurant 1 mètre à peu près de diamètre et qu'au moment où il a touché terre, il s'en est détaché de fortes étincelles, qui, en se produisant, claquaient comme des coups de pistolet et exhalaient une odeur que l'on n'a pas spécifiée. Cet aérolithe est tombé à peu de distance d'un groupe de plusieurs Arabes, parmi lesquels se trouvait le Cheih-Elbeled de Mourzouk. Ceux-ci en ont été tellement effrayés qu'ils ont immédiatement déchargé tous leurs fusils sur ce « monstre incompréhensible. »

» S. Exc. Ali-Riza-Pacha a écrit à Mourzouk pour faire transporter ici l'aérolithe; au cas probable où il serait trop pesant, on le mettra en pièces; nous vous enverrons tout cela. Il y a un mois de voyage d'ici à Mourzouk; ce n'est donc que dans deux mois à peu près que nous pourrons vous faire cette expédition.

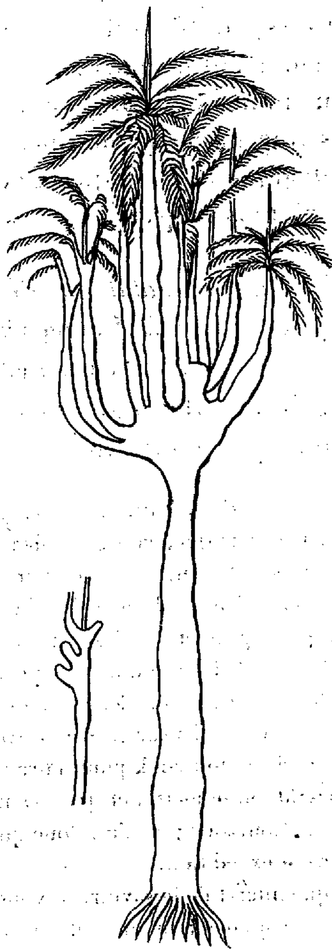
» S'il peut vous être de quelque intérêt de le savoir, je vous dirai que quelques voyageurs du Wadaï, que j'interrogeai minutieusement, m'ont dit que le Sultan du Wadaï et tous les grands personnages de sa cour ont des poignards, des sabres et des lances faits avec du *fer tombé du ciel* (aérolithes), et qu'il en tombe des grandes quantités dans ce pays-là. »

» *P. S.* Je crois devoir vous informer qu'au reçu de la Lettre, et à la

suite des démarches nécessaires, S. A. le Grand-Vizir a bien voulu faire donner ordre immédiatement par télégraphe à Tripoli pour que l'on prenne des mesures afin que cet aérolithe nous parvienne intact. »

BOTANIQUE. — *Sur un palmier présentant une subdivision remarquable au haut de sa tige.* Extrait d'une Lettre de **M. Ramon de la Sagra** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie la copie d'un dessin que j'extrais d'une Lettre de *M. Sauvalle*, propriétaire à Cuba.



» Il représente un *palmier royal* du pays, divisé en neuf branches dans le haut de sa tige. Quoique, dans les ouvrages, quelques cas rares de palmiers ramifiés se trouvent cités, celui-ci m'a paru digne d'être mentionné.

» Le *palmier royal* de Cuba est l'*Oreodoxa regia*, bien connu des botanistes, et l'une des plus magnifiques espèces de la famille. Cet individu phénoménal se trouve dans la ferme Mariana, à Baracoa. M. Sauvalle me dit qu'il en possède un autre exemple à trois branches dans sa propriété de la *Vuelta de cebajo*. »

GÉOMÉTRIE. — « M. **Chasles** fait connaître un théorème concernant la théorie des surfaces, que lui communique M. Spottiswoode. On sait que, par un point d'une surface, on peut mener deux tangentes qui ont avec elle un contact du deuxième ordre, c'est-à-dire deux points consécutifs communs avec la surface. C'est un des beaux théorèmes dus à M. Dupin, et qui se retrouvent depuis lors dans toutes les recherches des géomètres. Les deux tangentes dont il s'agit sont les asymptotes de l'indicatrice de la surface. Passant de la ligne droite aux sections coniques, M. Spottiswoode s'est proposé de rechercher combien on peut tracer sur une surface, en chaque point, de coniques ayant un contact du cinquième ordre, c'est-à-dire six points communs avec la surface. Il a trouvé que ces coniques sont au nombre de dix, réelles ou imaginaires. Tel est le théorème intéressant communiqué par M. Spottiswoode.

» On sait que M. Cayley et M. Spottiswoode lui-même ont déjà déterminé le nombre des coniques qui ont un contact du cinquième ordre avec une courbe plane d'ordre quelconque m; et que ce nombre est $m(12m-27)$ lorsque la courbe n'a pas de points multiples (1), et $m(12m-27)-24\delta$ lorsque la courbe a δ points doubles (2). »

« M. **Larrey** met sous les yeux de l'Académie, de la part de *M. Lebert*, professeur de clinique médicale à l'Université de Breslau, quinze tableaux graphiques des deux épidémies de typhus à rechute et de typhus exanthématique qui ont régné à Breslau, en 1868 et 1869, avec trois plans de la topographie médicale de la ville, au point de vue des épidémies.

» Ces tableaux, dit M. Larrey, se rattachent à un travail considérable entrepris par M. Lebert, dans le but de provoquer une enquête sur les améliorations devenues utiles, d'après les résultats de ses recherches. Voici comment s'exprime l'auteur, dans un résumé précis :

---

(1) *Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres*, t. CLV, 1865, p. 545 et 653.

(2) *Comptes rendus*, t. LXII, 1866, p. 590.

« 1° Breslau est une des villes d'Allemagne qui ont le plus à souffrir des épidémies. J'ai donc dû faire beaucoup d'études sur la constitution géologique du sol, la quantité et la qualité de l'eau infiltrée dans le sol, la qualité et les propriétés physico-chimiques de l'eau potable, les puits par rapport à leur profondeur, leur construction, les causes de leur endommagement et surtout de leur mélange avec les produits de décomposition du sol et des matières d'excrétion humaine. Ces études, du reste, doivent servir de base pour proposer à la municipalité des améliorations nécessaires.

» 2° Le sol de Breslau est constitué, dans ses couches supérieures, par un terrain d'alluvion humide, en partie sablonneux, en partie argileux et assez marécageux. Vient ensuite un diluvium riche en éléments erratiques du Nord (granites de la Scandinavie). Le terrain d'alluvion offre, dans une grande partie de la ville, à une profondeur qui varie entre 10 et 30 pieds en moyenne, une couche argileuse presque impénétrable et qui empêche l'eau du sol de s'introduire dans les couches plus profondes. L'épaisseur du terrain diluvien, y compris l'alluvium, est d'environ 100 pieds. Cependant, par places, le terrain tertiaire est beaucoup plus superficiel, offrant des lignites déjà dans certaines caves. La couche tertiaire est ligniteuse et appartient au terrain oligocène moyen; elle a pour base le granite, qui, d'après nos notions sur les environs de Breslau, doit se trouver à une profondeur de 500 à 1000 pieds.

» 3° La couche argileuse, peu profonde et presque imperméable, favorise l'accumulation ou la dispersion de l'eau du sol à une profondeur peu considérable. L'ensablement d'une partie de l'ancien lit de l'Oder, dû en partie au déboisement des contrées des rivières affluentes, a pour conséquence des inondations fréquentes, et l'accumulation plus fréquente encore d'une quantité considérable d'eau dans le sol. Beaucoup de cimetières anciens, ou encore en usage, dans la ville et ses environs, se trouvent sur le chemin des courants d'eau souterrains.

» 4° Le sol, toujours très-humide, donne donc naissance, pendant les crues de l'eau, à une exubérance de vie organique, et, pendant sa diminution parfois rapide par la chaleur sèche ou la sécheresse dans d'autres saisons que l'été, à la destruction, à la putréfaction, avec ses fermentations, de tous ces organismes inférieurs. C'est ainsi que des émanations nuisibles pénètrent dans l'air des rues et des maisons. Si l'on ajoute à cela la position superficielle des puits, en moyenne de 16 à 30 pieds de profondeur, leur construction souvent peu solide, leur endommagement facile et fréquent, leur proximité presque habituelle de fosses d'aisance mal fermées en bas et de canaux d'écoulement, on a des sources plus que suffisantes pour la viciation profonde du contenu de beaucoup de puits.

» 5° L'eau potable de Breslau est, à un certain nombre d'exceptions près, généralement mauvaise. De nombreuses analyses chimiques, réunies et comparées, montrent une assez forte proportion de nitrate d'ammoniaque, de chlorures et de sulfates de chaux, de soude ou de magnésie (malgré la rareté du gypse dans le sol) et de substance organique chimiquement indéterminable. Le microscope montre, dans les très-nombreuses eaux examinées (surtout par M. le professeur Cohn et en partie aussi par moi), une quantité considérable, parfois immense, d'organismes inférieurs du règne animal et végétal, parmi lesquels dominent souvent ceux qui sont propres à la fermentation et à la putréfaction. Le mélange avec des matières fécales se montre parfois même d'une manière plus indubitable encore.

» 6° Les faits signalés doivent non-seulement influer sur l'intensité des épidémies, mais

aussi sur la santé habituelle, et, si l'on ajoute les misères inhérentes à la vie des classes pauvres dans les grandes villes, on comprendra que j'insiste sur la nécessité d'une amélioration fondamentale de ceux des éléments antihygiéniques que l'on peut changer. Aussi ai-je pris pour devise de mon travail que, de tout temps, ces éléments nuisibles avaient coûté la vie à un plus grand nombre d'hommes que les guerres les plus sanglantes.... »

(Les développements donnés par l'auteur au résumé de son travail n'ont pu en permettre l'insertion dans les *Comptes rendus*.)

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 mars 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes. Tableau décennal du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, 1857 *à* 1866, 2e partie. Paris, 1869; grand in-4°.

H.-B. de Saussure et les Alpes; par M. Al. FAVRE. Lausanne, 1870; br. in-8°. (Extrait de la *Bibliothèque universelle.*)

De l'existence de l'homme à l'époque tertiaire; par M. Al. FAVRE. Lausanne, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction de M. JACCOUD, t. XII : DYSM-ÉM. Paris, 1870; in-8° avec figures.

De l'augmentation progressive du chiffre des aliénés et de ses causes; par M. L. LUNIER. Premier Mémoire. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par M. DARBOUX, *avec la collaboration de* MM. HOÜEL *et* LOEWY, *sous la direction de la Commission des Hautes Études*, t. I, janvier 1870. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Sègre; par M. A. LEY-

MERIE. Paris, 1869; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Sur l'illumination des corps transparents; par M. J.-L. SORET. Lausanne, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

*L'*Eucalyptus globulus; *son importance en agriculture, en hygiène et en médecine; par* M. GIMBERT (de Cannes), 1re partie. Paris et Cannes, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Annuaire des cinq départements de la Normandie, publié par l'Association normande, 36e année, 1870. Caen et Paris, 1870; in-8°.

Matériaux divers pour l'histoire des mathématiques, recueillis par M. Rodolphe WOLF. Rome, 1869; in-4°. (Extrait du *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche,* t. II, juillet 1869. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. II, septembre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sull' ozono... *Sur l'ozone, notes et réflexions; par* M. G. BELLUCCI. Prato, 1869; in-12. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Catalogue... *Catalogue de Mémoires scientifiques,* 1800-1863, *compilé et et publié par la Société royale de Londres,* t. III. Londres, 1869; in-4° relié.

Astronomical... *Observations astronomiques, magnétiques et météorologiques faites à l'Observatoire royal de Greenwich pendant l'année* 1867, *publiées sous la direction de* M. G. BIDDELL AIRY. Londres, 1869; in-4° relié.

The... *Le Pilote de la Manche,* 1re partie : *Côtes du sud-ouest et du sud en Angleterre,* 3e édition. Londres, 1869; in-8° relié.

North... *Le Pilote de la mer du Nord,* 3e partie : *Côtes orientales de l'Angleterre,* 2e édition. Londres, 1869; in-8° relié.

Sailing... *Guide nautique pour le canal de Bristol, publié par* M. E.-J. BEDFORD. Londres, 1869; in-8° relié.

Tide... *Tables des marées pour les ports britanniques et irlandais pour l'année* 1870, *publiées par* M. J. BURDWOOD. Londres, 1869; in-8°.

Charts... *Cartes publiées par le Bureau hydrographique de l'Amirauté, depuis avril* 1869 *jusqu'à février* 1870.

The admiralty... *Liste des phares:* 1° *de l'Afrique méridionale, des Indes*

Orientales, de la Chine, du Japon, de l'Australie, la Tasmanie et la Nouvelle-Zélande; 2° de l'Amérique méridionale et de la côte occidentale de l'Amérique du Nord; 3° des côtes occidentales sud et sud-est de l'Afrique; 4° des Indes occidentales et des côtes adjacentes; 5° des côtes et lacs de l'Amérique britannique du Nord; 6° des États-Unis d'Amérique; 7° de la Méditerranée, de la mer Noire et de la mer d'Azof; 8° des côtes septentrionales et occidentales de France, Espagne et Portugal; 9° des Iles-Britanniques; 10° de la mer du Nord, de la Baltique et de la mer Blanche, corrigées jusqu'en janvier 1870 et publiées, par les ordres du Bureau hydrographique de l'Amirauté, par M. le Comm. Ed. DUNSTERVILLE. Londres, 1870; 10 broch. in-8°.

Jornal... *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles, publié sous les auspices de l'Académie des Sciences de Lisbonne*, n° VIII, décembre 1869. Lisbonne, 1870; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 mars 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Recherches d'anatomie comparée; par M. BAUDELOT. Strasbourg, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Strasbourg,* 1870.) (Présenté par M. Blanchard.)

Notes sur le genre Hæmonia, *et spécialement sur l'espèce qu'on trouve dans les eaux de la Moselle; par* M. LEPRIEUR. Colmar, 1870; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar.*) (Présenté par M. Blanchard.)

Table alphabétique et analytique des matières contenues dans les vingt-quatre volumes de la Revue coloniale et maritime *de* 1861 *à* 1868, *et dans les trois volumes de la* Revue algérienne et coloniale, 1859 *et* 1860. Paris, 1870; br. in-8°.

Sur la valeur toxique de quelques produits du groupe phénique; par M. P. GUYOT. Nancy, 1870; opuscule in-8°.

Perfectionnement au paratonnerre; Lettre de M. GAVARRET, *professeur de physique à la Faculté de Médecine de Paris, officier de la Légion d'honneur, à* M. PERROT, *ingénieur civil.* Paris, 1870; in-4°.

Nouvelles Annales de la Société d'Horticulture de la Gironde, année 1869, n°s 2 et 3. Bordeaux, 1870; in-8°.

Les origines du cheval domestique d'après la paléontologie, la zoologie, l'histoire et la philologie. Paris, 1870; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Institut météorologique de Norvége. Température de la mer entre l'Islande, l'Écosse et la Norvége; par M. H. MOHN. Christiania, 1870; br. in-8° avec 5 cartes.

Sopra.... *Sur quelques minéraux de l'île d'Elbe; observations par.* M. D'ACHIARDI. Pise, 1870; br. in-8°.

Sullo... *Sur le développement et la durée des courants d'induction et des courants extérieurs: 1er Mémoire; par* M. le prof. P. BLASERNA. Palerme, 1870; in-4°. (Présenté par M. Regnault.)

Sulla... *Sur la scintillation des étoiles; par* M. le prof. L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; in-4°. (2 exemplaires.) (Extrait de la session V du 10 mai 1868 de l'*Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

Sulle... *Sur les observations spectroscopiques des bords et des protubérances solaires faites à l'Université de Rome: 1re Note; par* M. le prof. L. RESPIGHI. Rome, 1870; in-4°.

Report... *Rapport au Chirurgien général de l'armée des États-Unis sur l'emploi de la lumière du magnésium et de la lumière électrique appliquées à la photomicrographie; par* M. J.-J. WOODWARD. Washington, 1870; in-4° avec 11 planches photographiées.



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1870.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi du courant électrique dans la calorimétrie;* *par* **M. J. Jamin.**

« La loi de Joule fait connaître la chaleur qui se développe dans les conducteurs traversés par les courants. Un fil métallique peut être considéré comme un foyer. On peut lui donner toutes les formes possibles et le placer où l'on voudra, au milieu de corps liquides ou gazeux; il y versera une quantité de chaleur proportionnelle au temps, à sa résistance et au carré de l'intensité du courant; il échauffera ces corps d'une quantité qu'on peut mesurer et qui est inversement proportionnelle à leur masse et à leur chaleur spécifique. De là résulte un nouveau procédé pour déterminer cette chaleur spécifique. Après de nombreux essais, je me suis arrêté aux dispositions suivantes.

» I. *Cas des solides et des liquides.* — Quand il s'agit d'un solide ou d'un liquide, j'emploie pour calorimètre un vase cylindrique allongé, en cuivre mince, sur lequel j'enroule environ 8 mètres d'un fil de maillechort recouvert de soie, dont le diamètre est égal à $0^{mm},2$. Cette spirale commence au fond du vase et s'élève jusqu'au tiers de sa hauteur; elle est reliée au circuit par des fils de cuivre de grande section; sa résistance est mesurée à

toutes les températures de l'expérience. Je l'enveloppe d'un léger ruban de soie pour la fixer, de duvet de cygne pour l'isoler, et j'enferme le tout dans une enveloppe extérieure de cuivre mince poli. Quand le calorimètre contiendra un liquide et qu'on fera passer un courant dans la spire, la chaleur presque tout entière se transmettra à la paroi, puis au liquide; une portion à peine sensible sera transmise au duvet.

» Pour qu'il en soit ainsi, il faut que le liquide en contact avec la paroi soit à chaque instant renouvelé par une agitation méthodique. A cet effet, je plonge dans le calorimètre une corbeille en toile métallique formée par deux tubes concentriques. Une petite machine à colonne d'eau la soulève et l'abaisse alternativement à intervalles égaux; un thermomètre marquant le centième de degré plonge dans le tube central; il est immobile, et on l'observe avec une lunette. Lorsqu'on veut mesurer la chaleur spécifique des solides, on les place dans la corbeille au milieu de l'eau.

» Cela constitue l'appareil tout entier. Quant à l'opération, elle est d'une extrême simplicité. Après avoir versé dans le calorimètre le poids du liquide qu'on veut étudier et l'avoir agité quelque temps, on observe pendant cinq minutes la marche du thermomètre. Généralement il est immobile. On fait ensuite passer un courant d'intensité mesurée pendant une, deux,... minutes, jusqu'à produire une élévation de 3 ou 4 degrés; on la note, après quoi l'on suit pendant cinq minutes le refroidissement du thermomètre. On connaît la quantité de chaleur versée; on a mesuré l'effet qu'elle a produit, et les formules connues de la calorimétrie en déduisent la capacité cherchée (1).

» En résumé, l'ancienne méthode exigeait deux opérations qui consistaient : la première à échauffer dans une étuve pendant longtemps le corps étudié, et à le verser avec des précautions minutieuses dans le calorimètre; la deuxième à observer le thermomètre plongé dans ce calorimètre. La méthode que je propose supprime la première opération, et se contente de la seconde qui subsiste telle qu'elle était. Les corrections restent les mêmes, mais elles se simplifient.

» Elles se simplifient parce qu'on peut se contenter d'une moindre

(1) Supposons qu'on ait fait deux expériences avec le même courant pendant le même temps, avec des poids P et P' d'eau et du liquide à étudier. Les quantités de chaleur sont les mêmes, elles ont échauffé les liquides de θ et θ' degrés. On a, en désignant par π le poids du calorimètre réduit en eau, et par x la capacité cherchée,

$$(P + \pi)\theta = (P'x + \pi)\theta'.$$

élévation de température, et parce que, la chaleur versée étant proportionnelle au temps, la méthode dite *de Rumford* est applicable. On peut même annuler toute correction, comme je vais le montrer.

» Je garnis l'enveloppe extérieure de l'appareil avec une spirale vingt fois plus longue que la première, et je plonge le tout dans un vase contenant vingt fois plus de liquide que le calorimètre, et qui forme une enceinte où celui-ci est plongé. Le courant passe à la fois dans les deux spirales; il y détermine des chaleurs proportionnelles aux quantités de liquide, et, par suite, des échauffements égaux. A tout moment le calorimètre et l'enceinte sont en équilibre de température, et le premier, ne gagnant et ne perdant rien par rayonnement, n'est soumis qu'à l'action du courant. Il est impossible que cet équilibre soit rigoureusement maintenu pendant toute la durée des expériences si on les prolonge; mais il est très-facile de l'établir à quelques dixièmes pres, et cela suffit pour annuler toute nécessité de correction. C'est ainsi que l'on peut, de degré en degré, mesurer la chaleur spécifique d'un liquide, de l'eau ou de l'alcool par exemple, depuis les températures les plus basses jusqu'à leur ébullition.

» J'ai vérifié cette méthode en mesurant les capacités du fer et du cuivre, qui sont les plus difficiles à obtenir exactement, parce qu'elles sont très-petites. J'ai trouvé 0,098, 0,093. M. Regnault a obtenu les nombres 0,113, 0,095, qui sont un peu plus forts; mais il opérait à une température plus élevée.

» II. *Cas des gaz et des vapeurs.* — Les avantages de cette méthode apparaissent surtout quand il s'agit des fluides aériformes. Un courant gazeux arrive par un tube de verre jusqu'au milieu d'un bouchon peu conducteur: là, un thermomètre mesure sa température. Tout aussitôt, il entre dans un second tube à travers les plis d'une spirale métallique ou d'un faisceau de fils repliés traversé par l'électricité, c'est-à-dire à travers un foyer; il s'échauffe et rencontre un second thermomètre qui mesure son élévation de température. Avant de sortir, le gaz est ramené autour du tube primitif pour empêcher toute déperdition par rayonnement et par conductibilité, et quand la température est devenue stationnaire, on peut dire que toute la chaleur du foyer, laquelle est connue, est emportée par le gaz, dont elle élève la température d'une quantité qu'on mesure : de là on conclut la chaleur spécifique.

» Il y a deux avantages à cette méthode : le premier est de supprimer la plus grande cause d'erreur qu'aient rencontrée Delaroche et Bérard, et ensuite M. Regnault. Dans leurs expériences, le gaz arrivait à 100 degrés

dans un calorimètre à 10 degrés, et l'on éprouvait la plus grande difficulté à apprécier la chaleur qui passe par conductibilité du conduit chaud au calorimètre froid. Dans ma méthode, le gaz arrive à la température ordinaire, soit 10 degrés; il sort de la spirale à 20 degrés environ; la différence est de 10 degrés, elle était précédemment de 90: l'erreur est au moins neuf fois moindre.

» Voici la seconde amélioration. Mon appareil tout entier est gros comme le doigt, il est en verre mince; il pourrait être en mica, même en baudruche; il ne pèse pas plus qu'un litre de gaz, et ne dépense pas plus de chaleur pour arriver à la température finale. 10 litres du gaz étudié suffisent pour faire une mesure; dès lors les difficultés qu'on avait à vaincre pour obtenir pendant longtemps un courant uniforme disparaissent, les gazomètres ordinaires suffisent, et la méthode est applicable même aux vapeurs. Une première détermination m'a donné pour l'air le nombre 0,242 au lieu de 0,237 qu'a trouvé M. Regnault.

» On peut encore se dispenser des thermomètres et mesurer la température par les augmentations de résistance du faisceau des fils. On sait, en effet, qu'une résistance r à zéro devient $r(1+\alpha t)$ à t degrés. Cela étant, préparons deux faisceaux de fils égaux entre eux, plaçons-les à la suite l'un de l'autre dans un tube; puis, ayant décomposé le circuit total en deux circuits dérivés égaux, faisons passer chacun d'eux, d'abord à travers un des deux faisceaux de fils, puis dans un galvanomètre différentiel: celui-ci reste à zéro. Mais, si l'on dirige à travers ce tube un courant de gaz à t degrés, il passe à $t+\theta$ dans la première spirale, à $t+2\theta$ dans la seconde: elles prennent une différence de température θ, une résistance différente, et le galvanomètre est dévié. On le ramène à zéro en introduisant, au moyen d'un rhéostat particulier, un fil de platine dans l'un des circuits. La longueur de ce fil est proportionnelle à l'augmentation de température θ; elle permet de la mesurer.

» Le même appareil s'applique aux vapeurs. On distille aussi régulièrement qu'on le peut le liquide qu'on veut examiner; le courant de vapeur est d'abord surchauffé par le premier faisceau de fils, ce qui lui enlève les globules de liquide qu'il pouvait renfermer; il traverse ensuite le second, s'échauffe d'une quantité θ, qu'on mesure comme précédemment, et on condense la vapeur, qu'on pèse ensuite. Il convient d'observer de minute en minute pour tenir compte des irrégularités de la distillation.

» III. *La chaleur latente.* — Pour mesurer les chaleurs latentes, on emploie un double alambic, dont l'un est extérieur; on y fait bouillir le liquide,

et l'on y ramène la vapeur après l'avoir condensée par un réfrigérant: cette partie a simplement pour effet de porter à la température de l'ébullition l'alambic intérieur qui renferme le même liquide, et dans lequel est plongée la spirale calorifère, dont la résistance est connue à toute température. On recueille pendant dix minutes la vapeur qui se produit dans ce second appareil avant le passage du courant : il ne s'en fait presque pas; puis on ferme le circuit, ce qui détermine une ébullition rapide. On connaît la chaleur fournie, on pèse ensuite la vapeur qu'elle a formée sans changement de température, et l'on conclut la chaleur latente.

» IV. *Les deux chaleurs spécifiques.* — On peut faire une troisième application du même principe. Dans une grande cloche remplie d'air, on a tendu un fil métallique; on y fait passer pendant peu de temps un courant intense qui y développe une quantité déterminée de chaleur; une fraction de celle-ci disparaît par le rayonnement; le reste, qui est constant, donne au gaz un échauffement qu'on peut mesurer de deux façons, soit par l'augmentation du volume à pression constante, soit par l'augmentation de pression à volume constant. De ces deux effets, on conclut aisément le rapport des deux chaleurs spécifiques, et le nombre trouvé oscille autour de 1,42, nombre indiqué par la vitesse du son.

» Ces expériences sont aujourd'hui complétement installées. J'ai voulu, par cette Communication, prendre possession de la méthode générale qui s'appliquera à toutes les questions de la calorimétrie. Je me suis associé pour l'exécution quatre élèves distingués du Laboratoire de recherches de la Sorbonne, MM. Richard, Amaury, Champagneur et A. Thenard. Nous publierons prochainement les résultats de notre collaboration. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique de l'eau entre zéro et 100 degrés; par* **MM. Jamin** *et* **Amaury**.

« Les recherches publiées par M. Hirn dans le dernier numéro des *Comptes rendus* nous engagent à extraire du travail que nous exécutons sur la chaleur spécifique des liquides les résultats qui se rapportent à l'eau.

» Dans les premières expériences, on faisait circuler un même courant dans deux bobines : l'une de 1 mètre, qui enveloppait le calorimètre et échauffait 100 grammes d'eau; l'autre de 20 mètres, plongée dans 2 kilogrammes d'eau qui entourait l'enceinte. Le calorimètre et l'enceinte, primitivement à zéro, se sont échauffés de quantités très-sensiblement égales, de sorte que le premier n'éprouvait ni perte, ni gain par rayonnement. Les

variations de température étaient exclusivement dues à la chaleur versée par le courant, elles ont été observées de six minutes en six minutes. On verra, par les tableaux suivants, qui contiennent deux séries d'expériences distinctes, qu'elles sont sensiblement égales, et qu'il n'y a aucune circonstance particulière au voisinage de 4 degrés :

I.

Temps.	Températures.	Différences.
0.......	0°,78	»
6.......	1,50	0°,72
12.......	2,21	0,71
18.......	2,92	0,71
24.......	3,63	0,71
30.......	3,33	0,70
36.......	5,02	0,69
42.......	5,71	0,69
48.......	6,41	0,70

II.

Temps.	Températures.	Différences.
0.......	5°,47	»
6.......	6,10	0°,63
12.......	6,72	0,62
18.......	7,34	0,62
24.......	7,97	0,63
30.......	8,60	0,63
36.......	9,23	0,63
42.......	9,86	0,63

» Si, comme le prétendent MM. Pfaundler et Platter, la chaleur spécifique de l'eau augmentait de zéro à 7 degrés pour diminuer ensuite, les nombres des tableaux précédents diminueraient jusqu'à 7 degrés pour décroître jusqu'à 10. Il n'en est rien; nous pensons que les mesures de ces physiciens sont erronées.

» Nos résultats s'accordent, au contraire, avec ceux de M. Hirn. En effet, l'intensité du courant demeurait sensiblement constante pendant la durée d'une expérience; mais la résistance de la bobine augmentait avec la température t et devenait $r(1+\alpha t)$, et la chaleur fournie à l'eau était proportionnelle à cette quantité. Or, puisque les variations de températures sont égales, il faut que la capacité calorifique soit $1+\alpha t$; α a été trouvé égal à 0,0012; on a donc approximativement

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 1 + 0,0012 t.$$

» Nous conservions quelque doute sur ces résultats, parce que la quantité d'eau soumise à l'épreuve était très-petite. Nous avons recommencé avec un appareil beaucoup plus grand et dans des conditions différentes. Le calorimètre avec ses agrès équivalait à 9 grammes d'eau; il en contenait 350, ce qui faisait 359. La capacité du vase extérieur était de 10 litres. On le chauffait non par l'électricité, mais par un fourneau à gaz, et, avant chaque expérience, on le portait à la température du calorimètre. Deux

agitateurs, animés d'un même mouvement, brassaient l'eau des deux vases. Le courant passait pendant cinq minutes; son intensité était donnée par la déviation δ d'une boussole de tangentes; on mesurait l'augmentation de températture $5\Delta t$, que l'on corrigeait en observant la marche des températures pendant cinq minutes avant, et pendant cinq minutes après l'expérience. Soient t la température moyenne, $359\Delta Q$ la chaleur versée en une minute, nous avons

$$359\Delta Q = Kr(1+\alpha t)\,\text{tang}^2\delta = 359 C \Delta t,$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{Kr(1+\alpha t)\,\text{tang}^2\delta}{359\Delta t} = C.$$

» On prend pour unité la valeur de C à zéro, ce qui détermine le coefficient K, qui fut trouvé égal à 10,90 pour notre boussole. On a fait huit séries d'expériences dans les conditions les plus diverses; elles ont été très-concordantes; voici l'une d'elles :

Température t.	Déviation δ.	Δt.	C observé.	C calculé.
8,97	23,36	0,840	1,0022	1,0099
13,39	23,29	0,830	1,0101	1,0169
17,35	23,23	0,822	1,0186	1,0194
20,81	23,18	0,818	1,0184	1,0234
23,77	23,14	0,810	1,0263	1,0268
26,37	23,9	0,805	1,0287	1,0299
27,69	23,7	0,802	1,0314	1,0314
33,55	22,57	0,791	1,0377	1,0383
40,76	22,45	0,778	1,0455	1,0469
47,05	22,36	0,765	1,0569	1,0546
52,50	22,24	0,755	1,0585	1,0613
57,69	22,18	0,742	1,0740	1,0677
62,76	22,6	0,730	1,0782	1,0741
67,35	22,0	0,720	1,0833	1,0800
71,42	21,54	0,712	1,0965	1,0853
75,80	21,42	0,705	1,0916	1,0910

» On voit que la chaleur spécifique de l'eau augmente progressivement avec t; dans les limites de nos expériences, elle lui est proportionnelle, et ses variations sont plus considérables qu'au delà de 100 degrés. Elle satisfait sensiblement à la formule

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{1}{10{,}0011 Qt},$$

ou

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 1 + 0{,}00110 t + 0{,}0000012 t^2.$$

» En résumé, il n'y a rien de particulier vers 4 degrés. On me permettra de rappeler qu'ayant mesuré autrefois l'indice du même liquide, je l'ai trouvé décroissant d'une manière uniforme. Le maximum de densité n'entraîne donc aucune modification dans les propriétés fondamentales de l'eau. L'accord de nos résultats avec ceux de M. Hirn, la différence des deux méthodes, la complète indépendance des expérimentateurs nous paraissent de nature à inspirer toute confiance. »

M. Regnault fait les observations suivantes :

« Dans les nombreuses expériences que j'ai faites sur la chaleur spécifique des corps à l'aide du calorimètre à eau, j'ai dû me préoccuper des variations que la capacité calorifique de l'eau doit subir avec la température. J'ai trouvé dans bien des expériences, faites à diverses époques, que cette variation, entre les températures + 2 degrés et + 20 degrés que l'eau prend dans nos calorimètres, est si petite qu'il faut apporter les plus grands soins pour la constater avec certitude.

» La capacité calorifique de l'eau, comme celle de tous les liquides, augmente avec la température, mais cette augmentation est moins rapide que pour les autres liquides que j'ai étudiés. Entre les limites de température que l'eau prend dans mes calorimètres, c'est-à-dire entre + 5 degrés et + 25 degrés, l'accroissement de la chaleur spécifique de l'eau est à peu près proportionnel à l'accroissement que subit le volume d'un même poids d'eau, de sorte que, si l'on place toujours dans le calorimètre le même volume d'eau, on peut admettre, sans que l'erreur soit sensible dans la plupart des expériences, que le même volume d'eau conserve la même capacité calorifique aux diverses températures. C'est la règle que j'ai énoncée dans mes Mémoires.

» Néanmoins, comme j'étais persuadé que l'eau devait subir entre zéro et + 8 degrés des variations de capacité calorifique en rapport avec les dilatations anormales qu'elle éprouve entre ces températures, j'ai fait, à plusieurs reprises, des expériences spéciales dans l'espoir de les reconnaître, quelque petites qu'elles fussent. Mais les variations que j'ai constatées ont toujours été si petites, que je ne les ai pas regardées comme certaines, et j'ai négligé de les publier. J'indiquerai brièvement les deux méthodes que j'ai employées.

» Un gros cylindre annulaire en plomb était chauffé dans l'étuve de la *fig.* 1, *Pl. I* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIII), le réservoir du thermomètre occupant le vide intérieur du cylindre. Le calorimètre rece-

vait toujours exactement le même volume d'eau (qui pesait 1508gr, 2 à 5°, 3). La masse de plomb élevait de 2 degrés environ la température de l'eau de la cuve. Le thermomètre du calorimètre était très-sensible; un degré centigrade occupait quarante divisions de son échelle arbitraire.

» L'eau mise dans le calorimètre avait une température initiale de

2 degrés pour la première expérience,
3 degrés pour la seconde,
4 degrés pour la troisième,
. . . .
10 degrés pour la neuvième.

» L'expérience était conduite comme à l'ordinaire. D'après les données de chaque expérience, on calculait la capacité calorifique du plomb, en admettant constante la capacité calorifique du calorimètre.

» Ces neuf expériences m'ont donné sensiblement la même valeur pour la capacité calorifique du cylindre de plomb. Les variations ont été très-petites, et ne présentaient pas assez de régularité pour qu'il fût permis de les attribuer *sûrement* à une autre cause qu'aux petites erreurs qu'il est impossible d'éviter dans les expériences faites avec le plus de soin.

» J'espérais obtenir plus de certitude en opérant par la méthode du refroidissement. Je me suis servi d'un petit appareil, auquel je donne le nom de *thermocalorimètre* et que j'ai utilisé pour déterminer les chaleurs spécifiques de quelques substances qu'on ne peut se procurer qu'en très-petites quantités. Il est difficile de le faire bien comprendre dans une description rapide et sans figure. Je dirai seulement qu'il se compose d'un thermomètre à alcool très-sensible, dont le réservoir consiste en l'espace annulaire étroit qui existe entre l'enveloppe extérieure en verre mince de ce réservoir, et un tube intérieur soudé à la lampe. L'eau remplit ce tube intérieur, de sorte qu'elle est entourée, de toute part, d'une paroi qui fonctionne comme thermometre indiquant sa température moyenne.

» Le thermocalorimètre, chauffé à 30 degrés, était placé dans une enceinte maintenue à zéro, et l'on suivait son refroidissement à l'aide d'un compteur à secondes. D'après ces observations, on construisait la courbe représentant les excès de température en fonction du temps. Cette courbe graphique, construite avec un grand nombre de points donnés par l'expérience, est d'une régularité parfaite quand la capacité calorifique du liquide suit une variation régulière. Mais s'il survient une variation anormale, on le reconnait à la forme de la courbe, qui subit une inflexion sensible.

» Dans plusieurs expériences ainsi faites, j'ai cru reconnaître, en effet, une très-légère inflexion aux environs de 4 degrés, mais cette inflexion était si faible, qu'il était difficile de la préciser. Mon intention était de reprendre ces expériences en mettant l'enceinte à une température inférieure à zéro pour obtenir un refroidissement plus rapide dans les environs de 4 degrés, ou d'opérer avec un réservoir thermométrique d'un diamètre encore plus petit, mais je n'ai pas donné suite à ces recherches.

» En résumé, les expériences que je viens de citer ont conduit à la même conclusion que celles qui sont décrites par M. Hirn et par M. Jamin. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la position des trachées dans les Fougères* (sixième Partie); *ramification des pétioles dans diverses plantes de cette famille; par* M. A. Trécul.

« J'ai signalé l'an dernier six modes de formation, ou, si l'on veut, d'insertion des rameaux du pétiole observés dans des Fougères (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 258 et 259). Je donnerai aujourd'hui un aperçu des formes que peut affecter le système vasculaire dans les nervures ou dans les pétioles secondaires de quelques-uns de ces végétaux. Il va de soi que la constitution du pétiole influe sur celle des ramifications de ce dernier; cependant, toutes les plantes d'un type donné ne se comportent pas identiquement de la même manière. Ainsi, dans les *Asplenium*, dont les pétioles ont offert deux modes d'agencement des faisceaux, un type en X et un type en Ʊ (*voir* page 428 de ce volume), la structure des pétioles secondaires du type en X présente deux modifications, bien que la formation ou l'insertion de ces pétioles secondaires ait lieu de la même façon, c'est-à-dire d'après le premier mode décrit à la page 258 du tome LXIX. Les branches supérieures de l'X, qui ne sont pas terminées en crochet, s'allongent, ou, si l'on aime mieux, ces faisceaux s'élargissent, puis ils se bifurquent. Ils semblent se couper quand on examine des sections transversales faites de bas en haut. La petite branche émise ainsi latéralement se prolonge dans le pétiole secondaire. Dans les *Asplenium fœniculaceum* et *Belangeri*, elle y prend seulement un peu plus de largeur, donne lieu à une bandelette vasculaire disposée parallèlement au plan de la feuille elle-même, et dont les bords sont un peu inclinés vers la face inférieure dans la base du pétiole secondaire; mais la bandelette redresse ses bords, redevient plane un peu plus haut, et finit même par présenter une très-légère saillie d'un ou de deux vaisseaux à la face dorsale. Le faisceau des pétiolules ou lobes tertiaires se sépare des côtés de cette bandelette d'une façon analogue.

» Dans l'*Asplenium caudatum*, les pétioles secondaires se forment aussi d'après ce premier mode. Une bandelette vasculaire s'isole d'une des branches supérieures de l'X, comme dans les espèces précédentes, elle se prolonge de même dans le pétiolule; mais dans la nervure médiane des folioles il survient un changement remarquable. Vers la pointe inférieure de la lame foliaire il apparaît, près de la surface dorsale du tissu dit *cribreux*, un tout petit groupe vasculaire entièrement isolé en cet endroit entre les cellules de ce tissu. Il renferme des vaisseaux spiraux et annelés. Ce petit groupe de vaisseaux, grossissant un peu, avance vers la face inférieure de la bandelette placée au-dessus, qui, de son côté, envoie vers lui un appendice dorsal dont l'union avec ce petit groupe produit la figure du T. L'extrémité de ce T est très-brièvement bifurquée, et chaque courte branche contient également des vaisseaux spiraux et annelés.

» Dans l'*Asplenium Serra*, qui appartient aussi au type X, une bandelette vasculaire est produite de même par l'une des branches supérieures de l'X; mais l'appendice dorsal qui vient d'être décrit apparaît beaucoup plus bas. Pour les folioles inférieures, le petit groupe vasculaire dorsal initial naît derrière la bandelette encore engagée dans le tissu du pétiole primaire; pour des folioles plus élevées sur le rachis, ce groupe dorsal ne se montre que dans le pétiole secondaire. Dans la nervure médiane de la lame, le groupe dorsal se divise en deux fascicules, qui s'étendent isolément dans une certaine longueur, et sur un plan parallèle à celui de la bandelette placée au-dessus. Plus haut, dans cette nervure, un appendice dorsal naît à la face inférieure de cette bandelette; il grandit en montant dans la foliole, se bifurque sur son côté libre, et ses deux branches vont s'unir aux deux petits groupes ou fascicules dorsaux, qui contiennent des vaisseaux trachéens à spires serrées ou dilatées, et des vaisseaux annelés, semblables à ceux qui existent à la face supérieure de la bandelette. On a donc alors une tendance à la reproduction de l'X du pétiole primaire; mais dans les folioles les branches dorsales sont beaucoup plus faibles que les supérieures. Au reste, cette figure s'affaiblit de bas en haut, comme dans le pétiole primaire.

» Dans les *Asplenium* du type pétiolaire en U (*A. striatum*, *Lasiopteris*, *proliferum*), les pétioles secondaires naissent suivant le quatrième des modes que j'ai signalés (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 259). Chaque branche de l'U, terminée par un crochet, allonge le fond de celui-ci; une cloison vasculaire se forme ensuite en travers de ce crochet; elle le divise en deux parties, dont l'une sera le nouveau crochet du pétiole primaire,

tandis que l'autre (le fond de l'ancien crochet) se sépare sous la forme d'un anneau vasculaire complété par le dédoublement de la cloison. Cet anneau ou tube vasculaire s'ouvre sur la face supérieure en montant vers le pétiole secondaire, et plus haut encore il se dispose en crochet sur chacun de ses bords, c'est-à-dire sur les bords de la gouttière ainsi produite, ce qui donne lieu, sur la coupe transversale, à une image affaiblie de l'U du pétiole primaire, terminé par les crochets ordinaires.

» Il en est de même dans les *Aspidium Cunninghami, patens, Serra, violascens,* qui, nous l'avons vu aux pages 423 et 424 de ce volume, appartiennent au même type de structure.

» Dans les *Aspidium cristatum* Sw. et *Goldianum*, qui ont une autre constitution, puisque, outre leurs deux faisceaux supérieurs à crochets, ils ont des faisceaux dorsaux (*voyez* p. 483), les deux faisceaux à crochets prennent seuls part à la formation des pétioles secondaires, bien qu'au sommet du pétiole commun il existe encore un faisceau dorsal ou deux. La ramification du pétiole s'effectue aussi par le fond du crochet (c'est-à-dire suivant le quatrième mode). Le crochet s'allonge, se divise transversalement par une cloison, qui, en se dédoublant, refait d'une part le fond du nouveau crochet, d'autre part complète l'anneau ou tube vasculaire qui se sépare du pétiole primaire pour aller dans le pétiole secondaire. Cet anneau ou tube vasculaire, très-épais du côté du dos comme le faisceau qui lui a donné naissance, s'ouvre d'abord sur la face antérieure qui est beaucoup plus mince; et plus haut, se fendant également sur la face dorsale, le tube vasculaire est transformé en deux faisceaux, épais vers le dos, et façonnés en crochet sur le côté supérieur mince dès l'origine, comme nous venons de le voir. Les ramifications du pétiole les plus fortes, qui sont ainsi produites, possèdent donc deux faisceaux ayant chacun son crochet particulier.

» Dans l'*Aspidium coriaceum*, etc., dont les pétioles ont encore des faisceaux dorsaux au sommet, souvent sept à huit en outre de leurs deux faisceaux supérieurs, le phénomène n'est pas aussi simple, en ce que les faisceaux dorsaux concourent avec les supérieurs à la formation des pétioles secondaires. Pendant que le fond du crochet des faisceaux supérieurs émet, comme dans les cas précédents, un faisceau annulaire ou tubuleux à dos épaissi, qui s'ouvre d'abord sur la face supérieure, et plus haut sur la face dorsale, de manière à produire deux faisceaux qui deviennent les faisceaux supérieurs du pétiole secondaire, les faisceaux dorsaux voisins du côté sur lequel la ramification a lieu, après s'être anastomosés entre eux, avec le faisceau supérieur du même côté, et avec le faisceau d'abord tubuleux que

celui-ci a donné latéralement, produisent trois fascicules qui vont constituer les trois faisceaux dorsaux du pétiole secondaire.

» C'est là une modification du sixième type que j'ai décrit en 1869, d'après le *Pteris aquilina*, et qui est fondé sur l'emprunt que le pétiole secondaire fait à la fois au faisceau supérieur et aux faisceaux dorsaux du même côté du pétiole primaire (*voyez* t. LXIX, p. 259).

» L'*Aspidium quinquangulare* offre une autre modification de ce sixième type. Au-dessous des ramifications inférieures du pétiole, les cinq faisceaux de celui-ci, dont trois dorsaux, s'unissent par des anastomoses de la manière suivante : les deux faisceaux dorsaux latéraux s'allient au dorsal médian, puis s'en étant séparés, ils se bifurquent; une branche les met en relation chacun avec le supérieur voisin, tandis que l'autre branche, soit directement, soit après s'être anastomosée aussi avec le supérieur, va se placer à quelque distance derrière le crochet de ce faisceau supérieur. Alors la base du crochet, ou, si l'on veut, le *manche* de ce crochet, s'allonge, puis, sur le milieu de la partie allongée, des vaisseaux se disposent en une éminence qui grandit en montant dans le pétiole, et reconstitue un autre crochet. Le crochet primitif s'écarte de ce dernier sous la forme d'un croissant, dont chaque corne, après la division de ce croissant en deux faisceaux, constitue le crochet de ces faisceaux nouveaux, qui sont les supérieurs du pétiole secondaire; tandis que le faisceau d'origine dorsale, que nous avons vu plus bas se placer derrière le crochet du faisceau supérieur du pétiole primaire, forme le faisceau dorsal du pétiole secondaire (1).

» Ce mode de ramification du pétiole de l'*Aspidium quinquangulare* est analogue au précédent quant à la séparation du faisceau dorsal, qui est unique ici, mais il en diffère en ce que c'est le crochet primitif tout entier qui s'isole (d'après le type 2 décrit à la page 259 du tome LXIX), et non le fond seul du crochet, pour produire les faisceaux supérieurs du pétiole secondaire.

» Mais il est des cas dans lesquels un petit faisceau dorsal unique est fourni, non plus par les faisceaux dorsaux du pétiole primaire, mais par l'un des faisceaux du pétiole secondaire lui-même, s'il y en a deux, ou, si ces faisceaux sont fusionnés, par la face dorsale du groupe vasculaire unique qui en résulte. Voici un exemple de chacun de ces deux cas.

---

(1) Je n'ai pas besoin de dire que quand des nervures ou pétioles secondaires ont ainsi plusieurs faisceaux, ceux-ci disparaissent successivement vers le sommet, en s'unissant de la même manière que dans le rachis ou la nervure médiane primaire.

» Dans l'*Aspidium falcatum*, le crochet des faisceaux supérieurs du pétiole primaire, très-épaissi à sa face dorsale, s'allonge, comme il a été dit, se coupe en émettant l'anneau ou tube vasculaire déjà décrit, qui se fend d'abord sur la face antérieure plus mince, puis sur la face dorsale à son entrée dans le pétiolule. Il y a donc deux faisceaux dans ce pétiole secondaire. Dans quelques folioles, mais non dans toutes, l'un des deux faisceaux, tantôt celui de gauche, tantôt celui de droite, produit à son côté dorsal, soit près de la pointe inférieure de la lame foliaire, soit un peu plus haut, une petite branche qui va se placer sur un plan postérieur à celui des deux faisceaux précédents; mais vers le tiers de la lame, ce fascicule dorsal va s'unir à l'autre faisceau supérieur pour ne plus s'en séparer; quelquefois encore il revient à celui dont il est parti, sans être allé à l'autre.

» Assez souvent aussi ce faisceau dorsal a une autre origine; *il est tout à fait indépendant des deux faisceaux du pétiolule*. Il commence dans le parenchyme qui sépare les deux faisceaux, par un petit groupe de deux ou trois cellules à parois noires, qui forme la partie inférieure d'une gaîne de cette couleur qui entoure la base du petit faisceau. Celui-ci, en s'élevant dans la nervure médiane, va se placer, comme dans le cas précédent, sur un plan postérieur à celui des deux faisceaux principaux, mais il disparaît plus haut sans s'être allié ni à l'un ni à l'autre de ces derniers. C'est assurément là un fait bien remarquable. D'autres fois même ce fascicule dorsal n'était pas continu, il était interrompu en un ou deux endroits, et quelquefois il se rapprochait un peu de l'un ou de l'autre des deux faisceaux supérieurs sans s'unir avec lui (1).

» Le *Polypodium aureum* offre une autre disposition du petit dorsal supplémentaire.

» Dans les *Polypodium vulgare*, *aureum* et *Phymatodes*, les nervures secondaires sont formées d'après le premier mode, c'est-à-dire, par les fais-

(1) Le rachis primaire de l'*Aspidium quinquangulare* m'a offert quelque chose d'analogue. Le dernier dorsal, qui subsiste ordinairement seul à la hauteur des branches inférieures du rachis, va souvent s'unir, avant de disparaître, à l'un des faisceaux supérieurs, dont il se sépare pour aller s'allier plus loin à l'autre supérieur. Il s'en isole encore pour aller contracter une nouvelle union de l'autre côté, etc. Plus haut dans le rachis, il existe parfois un fascicule dorsal opposé à l'un des faisceaux supérieurs. Je crus d'abord que c'était la prolongation du dorsal primitif, mais, en quelques endroits les coupes transversales présentant deux fascicules semblables en opposition avec les deux faisceaux supérieurs, et cela même, dans quelques cas, quand le dorsal subsiste encore, je voulus les suivre dans toute leur longueur, et je m'aperçus que par en bas ils finissaient dans le tissu cellulaire

ceaux supérieurs seuls, qui, étant dépourvus de crochet, s'élargissent, émettent une petite branche latérale, qui va former le faisceau de la nervure secondaire. Cette nervure, dans le *Polypodium aureum*, prend peu à peu la forme d'un T assez mal conformé, à tige dorsale épaisse qui tend à se dédoubler, comme si deux faisceaux collatéraux allaient être produits, mais qui ne se dédouble pas complétement. De la base de ce T, et si elle est en partie dédoublée ou bifurquée, de l'une des deux branches très-allongée, se détache un petit faisceau, qui, en s'isolant, devient un dorsal opposé à la tige du T. Çà et là, le long de la nervure secondaire, ce fascicule dorsal se rapproche du supérieur, et va s'unir alternativement au côté gauche et au côté droit de l'extrémité de la tige du T dédoublée, bifurquée ou seulement élargie. J'ai vu ainsi jusqu'à quatre séparations et réunions successives. A la dernière fois, la séparation était incomplète, le petit groupe vasculaire seul était isolé de l'extrémité vasculaire du T, mais il restait engagé dans le tissu superficiel ou cribreux commun aux deux faisceaux, puis il finissait par se réunir au T vasculaire pour ne plus s'en séparer. Ce fascicule ne contenait ni vaisseaux spiraux ni vaisseaux annelés.

» Les nervures secondaires du *Polypodium Phymatodes* donnent aussi lieu à la formation du T, de même que la nervure médiane, ainsi qu'il a été dit à la page 486 de ce volume; mais il est mieux conformé que dans le *Polypodium aureum*. De plus, dans le *P. Phymatodes* la nervure secondaire m'a offert quelquefois un petit groupe de vaisseaux spiraux et annelés à l'extrémité dorsale de la tige du T, mais *dans la nervure inférieure seule* de chaque côté de la lame, et, ce qui est fort singulier, cela ne s'est pas rencontré dans toutes les feuilles que j'ai eues à ma disposition. Les autres nervures secondaires et les nervures tertiaires, qui prennent aussi la figure d'un T assez bien dessiné, ne possédaient pas ce petit groupe de vaisseaux spiraux et annelés (1).

---

sans émaner des faisceaux supérieurs. Là, ils commençaient par un léger épaississement noir entre trois ou quatre cellules contiguës. Un peu plus haut, les parois noires circonscrivaient un espace à trois, quatre ou cinq pans, ressemblant à un méat plein d'une matière trouble, dont je n'ai pu voir autrement la nature; plus haut encore, cette matière s'accusait manifestement comme un fascicule cellulo-vasculaire, qui, au-dessus, allait plus ou moins loin s'unir à l'un des faisceaux supérieurs. Ce phénomène, se renouvelant plusieurs fois, donnait lieu à une disparition et à une réapparition de faisceaux fort singulières.

(1) Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'outre ce petit groupe dorsal de vaisseaux spiraux et annelés, il existe d'autres vaisseaux de même nature aux places ordinaires, près de l'extrémité des branches transversales du T.

» Dans le *Polypodium vulgare*, le faisceau séparé du pétiole primaire reste *lamellaire* dans les nervures secondaires, sans donner d'appendice dorsal.

ERRATA.

» *Page* 487 *de ce volume*. A la dernière ligne de la note qui est au bas de la page, lisez *faisceaux* au lieu de *vaisseaux*. — J'ai voulu dire que, dans bon nombre des Fougères que j'ai citées jusqu'à présent, les vaisseaux sont plus larges vers le milieu de la face interne des faisceaux de la tige que sur les côtés et sur la face externe des mêmes faisceaux.

» *Page* 589. A la ligne 24, lisez *sur la face inférieure* au lieu de *sur la face intérieure*. — Voici la phrase : « Quelquefois le groupe vasculaire est canaliculé sur la face antérieure, et parfois il l'est aussi sur sa face inférieure, » comme pour attester sa constitution binaire. » — Cette constitution binaire est nettement accusée par l'ordre de développement des vaisseaux. Les plus petits, qui sont sur les côtés, à droite et à gauche, et leurs voisins sont les premiers formés. Les plus gros, qui occupent la région moyenne, sont évidemment les derniers achevés, et c'est vraisemblablement pour cela que, dans de jeunes organes, le groupe vasculaire paraît quelquefois canaliculé à sa face inférieure et à sa face supérieure ou antérieure.

» *Page* 590. Je dis là que « *Dans la partie vasculaire tubuleuse*... (qui » existe vers la base du propagule)... *une scission s'effectue à la face supérieure* » *de ce tube* » vasculaire. — Il aurait fallu dire que c'est tantôt à la face supérieure, tantôt à la face inférieure, et tantôt au côté gauche ou au côté droit que la *scission* ou l'ouverture de la gouttière vasculaire s'accomplit, vers l'un des points où sont placés des petits vaisseaux. J'ajouterai ici que la longueur de la partie vasculaire tubuleuse est variable. Tantôt elle peut avoir 1 centimètre de longueur, tantôt elle n'a que 1 ou 2 millimètres. Elle est même quelquefois tout à fait nulle, quand le groupe vasculaire s'ouvre en gouttière sans avoir pris la forme tubuleuse. Dans un propagule dont le groupe vasculaire basilaire s'était ouvert en gouttière à sa face supérieure, après sa sortie de la tige, le fond de la tubulure que surmontait la gouttière, se rétrécissant peu à peu par en bas, et se rapprochant graduellement du bord supérieur du corps vasculaire, finissait par s'y ouvrir. Cette ouverture, en donnant lieu à un canalicule qui existait en cet endroit sur un court espace, mettait en communication avec le tissu dit *cribreux* et superficiel du faisceau les cellules étroites qui occupaient la cavité de la tubulure. Il semblait que la gouttière avait d'abord existé dans toute la longueur de cette tubulure, et que celle-ci avait été produite par le rapprochement des bords

de la gouttière vasculaire. C'est ce qui a dû avoir lieu, car c'est précisément en cette région que se forment les derniers vaisseaux.

» *Tome* LXIX, *page* 257. — La figure entre parenthèse qui commence la ligne 28, ne représentant pas un x renversé, est nulle. »

MÉMOIRES LUS.

M. A. BOISSIER donne lecture d'un Mémoire intitulé « Du pyrogène ou de l'esprit du feu ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. WŒSTYN adresse une Note relative à une disposition qu'il propose d'introduire dans les salles d'hôpitaux, pour concourir à rendre parfaits les systèmes de ventilation employés.

« Ce procédé consiste essentiellement dans la transformation des grands courants habituels de ventilation en une infinité de petits courants, embrassant toute l'étendue de la salle et s'opposant à toute stagnation de l'air.

» Il rend compte des différences si considérables des chiffres qui ont été donnés sur les quantités d'air à fournir aux malades, et conduit enfin à penser qu'avec une dépense d'air beaucoup moindre que la dépense actuelle, on pourrait obtenir une ventilation parfaite. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Morin, Andral, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud.)

M. ZALIWSKI adresse une Note relative au rôle du charbon dans les piles électriques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. SCOUTETTEN adresse, de Metz, pour le concours du legs Béant, un ouvrage ayant pour titre « Histoire chronologique, topographique et étymologique du choléra, depuis l'antiquité jusqu'à son invasion en France en 1832 ». L'auteur joint à cet envoi une Note manuscrite, indiquant les points principaux sur lesquels il désire attirer l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. H.-W. Miller, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Directeur de l'Institut royal météorologique des Pays-Bas adresse à l'Académie un exemplaire de l'Annuaire météorologique des Pays-Bas pour l'année 1869 (1re partie).

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Eug. Deslongchamps*, intitulée « Notes paléontologiques. Huitième article, contenant la suite du prodrome des Téléosauriens du Calvados ».

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre qui accompagne l'envoi fait par *M. R. Wolf*, de Zurich, de la seconde livraison de son « Manuel de Mathématiques et d'Astronomie ».

« Cet ouvrage, imprimé en allemand, n'est pas un Traité ordinaire, mais un aperçu enrichi d'une foule de Notices historiques et bibliographiques, qui ne seront pas sans intérêt même pour les savants. »

MÉTÉRÉOLOGIE. — M. Élie de Beaumont fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Zantedeschi*, d'un ouvrage de Météorologie, imprimé en italien et intitulé « *Anno quarto delle oscillazioni calorifiche orarie, diurne, mensili ed annue del* 1867 (quatrième année des oscillations calorifiques horaires, diurnes, mensuelles et annuelles, 1867) » et lit le passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Padoue, le 14 mars 1870.

» Dans ce Mémoire, j'ai confirmé la détermination des constantes et des variables des températures, ainsi que la connexion des météores avec les perturbations de l'aiguille aimantée. D'après mes observations, il paraît manifeste que le baromètre peut prévenir, quatre heures environ à l'avance, de l'arrivée d'une bourrasque, et que les perturbations magnétiques peuvent prévenir, un ou même deux jours à l'avance, de l'arrivée d'un orage de terre ou de mer. Tous les navires devraient être pourvus de baro-

mètres qui les avertiraient d'une tempête ou d'une bourrasque prochaine pour qu'ils se mettent en garde, et les principaux ports devraient être munis d'excellents appareils magnétiques, comme du bifilaire vertical et déclinomètre, qui, par leurs perturbations, indiqueraient au moins un jour à l'avance une future bourrasque de mer. Cela tendrait à diminuer le nombre des sinistres maritimes. »

ANALYSE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de **M. G. Darboux**, présentée par M. Bertrand.

I.

« On connaît, dans l'état actuel de la science, peu de chose sur les équations aux dérivées partielles du second ordre. A part une remarque très-ingénieuse de Bour (*Journal de l'École Polytechnique*, 39e cahier), rien d'essentiel n'a été ajouté à la théorie importante et lumineuse exposée par Ampère dans les tomes XI et XII du *Journal de l'École Polytechnique*. Je me propose, dans cette Note, d'exposer une nouvelle méthode qui, sans donner la solution complète du problème, me paraît constituer un progrès dans la théorie des équations aux dérivées partielles. Cette méthode s'étend aux équations de tous les ordres à un nombre quelconque de variables et même aux équations simultanées; mais, pour obtenir plus de netteté dans ce rapide exposé, je ne parlerai que des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables.

» Soit

$$(1) \qquad f(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$$

l'équation proposée, et soit

$$(2) \qquad X\,dx + Y\,dy + Z\,dz + P\,dp + Q\,dq + R\,dr + S\,ds + T\,dt = 0$$

sa différentielle totale; adoptons, pour résoudre la question, la méthode du changement de variables employée avec tant de succès par Ampère et Cauchy. Pour cela, nous remplacerons x et y par les variables x, y_0, y_0 étant une fonction de x et de y. On obtient d'abord les relations identiques et bien connues

$$(3) \qquad \frac{dz}{dy_0} = q\frac{dy}{dy_0}, \quad \frac{dp}{dy_0} = s\frac{dy}{dy_0}, \quad \frac{dq}{dy_0} = t\frac{dy}{dy_0};$$

$$(4) \qquad \frac{dz}{dx} = p + q\frac{dy}{dx}, \quad \frac{dp}{dx} = r + s\frac{dy}{dx}, \quad \frac{dq}{dx} = s + t\frac{dy}{dx}.$$

» De plus, les conditions d'intégrabilité prendront la forme

$$(5)\qquad \begin{cases} \dfrac{dp}{dy_0} = \dfrac{dq}{dx}\dfrac{dy}{dy_0} - \dfrac{dq}{dy_0}\dfrac{dy}{dx}, \\ \dfrac{dr}{dy_0} = \dfrac{ds}{dx}\dfrac{dy}{dy_0} - \dfrac{ds}{dy_0}\dfrac{dy}{dx}, \\ \dfrac{ds}{dy_0} = \dfrac{dt}{dx}\dfrac{dy}{dy_0} - \dfrac{dy}{dx}\dfrac{dt}{dy_0}. \end{cases}$$

» On a d'ailleurs, en prenant la dérivée de l'équation (1) par rapport à y_0,

$$\mathrm{Y}\frac{dy}{dy_0} + \mathrm{Z}\frac{dz}{dy_0} + \mathrm{P}\frac{dp}{dy_0} + \mathrm{Q}\frac{dq}{dy_0} + \mathrm{R}\frac{dr}{dy_0} + \mathrm{S}\frac{ds}{dy_0} + \mathrm{T}\frac{dt}{dy_0} = 0.$$

» Servons-nous des équations (3), (4), (5) pour éliminer de l'équation précédente toutes les dérivées par rapport à y_0, excepté $\frac{dy}{dy_0}$, $\frac{dt}{dy_0}$, nous obtiendrons la nouvelle équation

$$(a)\qquad \begin{cases} \left(\mathrm{Y} + \mathrm{Z}q + \mathrm{P}s + \mathrm{Q}t + \mathrm{R}\dfrac{ds}{dx} + \mathrm{S}\dfrac{dt}{dx} - \mathrm{R}\dfrac{dt}{dx}\dfrac{dy}{dx}\right)\dfrac{dy}{dy_0} \\ \quad + \left[\mathrm{S}\dfrac{dy}{dx} - \mathrm{R}\left(\dfrac{dy}{dx}\right)^2 - \mathrm{T}\right]\dfrac{dt}{dy_0} = 0. \end{cases}$$

» Or on peut supposer, d'après des principes bien connus et qu'il est inutile de rappeler, que y_0 a été choisi de manière que l'équation suivante

$$(6)\qquad \mathrm{R}\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - \mathrm{S}\frac{dy}{dx} + \mathrm{T} = 0$$

soit satisfaite

» L'équation (a) se réduit alors, et devient

$$\mathrm{Y} + \mathrm{Z}q + \mathrm{P}s + \mathrm{Q}t + \mathrm{R}\frac{ds}{dx} + \mathrm{S}\frac{dt}{dx} - \mathrm{R}\frac{dt}{dx}\frac{dy}{dx} = 0,$$

ce qu'on peut encore écrire, en tenant compte de l'équation (6),

$$(7)\qquad \mathrm{Y} + \mathrm{Z}q + \mathrm{P}s + \mathrm{Q}t + \mathrm{R}\frac{ds}{dx} + \mathrm{T}\frac{\frac{dt}{dx}}{\frac{dy}{dx}} = 0.$$

» Nous avons donc, en résumé, à déterminer les sept inconnues y, z, p, q, r, s, t, fonctions de x et de y_0, et satisfaisant aux équations (1), (3), (4), (6), (7). On peut même remplacer l'équation proposée par sa dérivée, prise par rapport à x, qui, en tenant compte de l'équation (7), prend la forme

suivante :

$$(8) \qquad X + Zp + Pr + Qs + R\frac{dr}{dx} + S\frac{ds}{dx} = 0.$$

» Or, parmi les équations (3), (4), (6), (7), (8), *six* ne contiennent pas la variable y_0; mais comme il y a *sept* inconnues, le changement de variables proposé par Ampère n'a plus la même utilité que dans le cas du premier ordre : il ne peut donner la solution complète du problème.

» La méthode précédente est susceptible d'une grande simplification, dans le cas où l'équation proposée est de la forme

$$(9) \qquad Hr + 2Ks + Lt + M + N(rt - s^2) = 0,$$

et elle conduit sans difficulté aux équations de Monge et d'Ampère. Quoiqu'elle ne contienne rien d'absolument nouveau, je l'ai exposée dans l'intérêt de la clarté pour ce qui va suivre.

» Puisque, dans le cas où l'on se borne aux inconnues r, s, t, z, y, on a une équation de moins qu'il ne faudrait pour la solution cherchée du problème, il est naturel de se demander si, en adjoignant aux inconnues précédentes les quatre dérivées partielles du troisième ordre que nous appellerons α, β, γ, δ, et en profitant des relations différentielles, on ne parviendrait pas à un nombre suffisant d'équations pour déterminer comme fonctions de x, non-seulement les inconnues primitives, mais aussi α, β, γ, δ. Il se présente ici un fait important et qui, je crois, n'a pas encore été remarqué. *Le nombre des équations ne contenant pas y_0 est encore inférieur d'une unité au nombre des fonctions inconnues.* Ces équations ne suffisent donc pas à déterminer les inconnues considérées comme fonctions de la seule variable x, mais la différence entre le nombre des équations et celui des inconnues ne croît pas, comme on pouvait s'y attendre ; cette différence reste toujours égale à l'unité, quel que soit le nombre des dérivées qu'on introduit successivement comme inconnues auxiliaires.

» Les résultats précédents établissent une différence essentielle entre les équations aux dérivées partielles du premier ordre et celles des ordres supérieurs. Pour les équations du premier ordre, le nombre des équations contenant seulement les dérivés par rapport à x est toujours égal au nombre des fonctions inconnues. Il n'en est plus de même pour les équations d'ordre supérieur. Pour l'équation de Monge, par exemple, on n'a que trois relations pour déterminer z, p, q, y, considérées comme fonctions de x. On sait tout le parti qu'on tire d'ailleurs de ces relations différentielles : toutes les fois qu'elles offrent deux combinaisons intégrables, on peut résoudre

l'équation différentielle, ou du moins la ramener à une équation du premier ordre.

» Cela posé, nous serons conduits à la méthode de résolution suivante :

» On essayera de trouver trois combinaisons intégrables des équations en y, z, p, q, r, s, t. Si ces combinaisons existent, le problème pourra être considéré comme complétement résolu; si l'on n'a pas de combinaison intégrable, on aura recours aux équations qui contiennent les dérivées du troisième ordre. *Alors même que les premières équations ne fourniraient pas de combinaison susceptible d'intégration, le second système formé avec les dérivées jusqu'au troisième ordre pourra en donner. Si ce système n'est pas susceptible d'intégration partielle, on ira jusqu'aux dérivées du quatrième ordre, et l'on pourra avoir des combinaisons intégrables, et ainsi de suite.* »

ANALYSE. — *Sur un point du calcul des différences.* Note de **M. F. Tisserand**, présentée par M. Delaunay.

« Dans un de ses Mémoires, Lagrange a montré comment, dans certains cas, d'une relation entre les dérivées d'une fonction et ses différences, on peut déduire aisément une relation nouvelle entre les intégrales successives de la fonction, et ses différences et intégrales finies. Le but de cette Note est d'en montrer des exemples intéressants, à propos des formules de quadratures en usage parmi les astronomes.

» Je suppose connues les valeurs d'une fonction $f(x)$, répondant à des valeurs équidistantes de x comprises dans l'expression $x_0 + p\omega$, où p est un nombre entier positif ou négatif, et qu'on ait formé le tableau des différences, en les dénotant comme il suit, suivant l'usage :

$$f^1\left(x_0 + p\omega + \frac{\omega}{2}\right) = f(x_0 + p\omega + \omega) - f(x_0 + p\omega),$$
$$f^2(x_0 + p\omega) = f^1\left(x_0 + p\omega + \frac{\omega}{2}\right) - f^1\left(x_0 + p\omega - \frac{\omega}{2}\right),$$
....

» On pourra prolonger le tableau vers la gauche, avec les $f^{-1}, f^{-2}, \ldots$, en se donnant arbitrairement un nombre dans chaque colonne. Je suppose en outre qu'on l'ait complété, en intercalant entre deux nombres consécutifs d'une même colonne, leur moyenne arithmétique.

» Le double problème dont nous nous occupons est celui qui consiste à exprimer les valeurs des dérivées et des intégrales successives de la fonction $f(x)$ en fonction des nombres du tableau précédent. Voici un premier

groupe de formules résolvant la question :

$$(a) \qquad \omega^n \frac{d^n f(x)}{dx^n} = \sum A_i^{(n)} f^{n+i}\left(x + \frac{n+i}{2}\omega\right),$$

$$(b) \qquad [l(1+x)]^n = \sum A_i^{(n)} x^{n+i},$$

$$(a') \qquad \omega^{-n} \int\int \cdots \int f(x)\, dx^n = \sum A_i^{(-n)} f^{-n+i}\left(x + \frac{-n+i}{2}\omega\right),$$

$$(b') \qquad [l(1+x)]^{-n} = \sum A_i^{(-n)} x^{-n+i}.$$

» Dans ces formules, et dans celles qui suivent, le signe Σ porte sur la lettre i, qui reçoit les valeurs entières, à partir de zéro y compris. Dans la formule (a), x est un des arguments $x_0 + p\omega$, $A_i^{(n)}$ est un coefficient numérique défini par l'équation (b). Dans la formule (a'), les intégrales s'étendent entre les deux arguments x_0 et x, et $A_i^{(-n)}$ est un coefficient numérique défini par l'équation (b'). On voit qu'on passe des deux premières formules aux deux autres, en changeant n en $-n$, et convenant de remplacer la dérivée $n^{ième}$ par l'intégrale $n^{ième}$.

» Une conséquence immédiate de la formule (b') est la relation

$$-nA_i^{(-n-1)} = (i-n)A_i^{(-n)} + (i-n-1)A_{i-1}^{(-n)},$$

qui permettra de calculer de proche en proche les coefficients numériques qui figurent dans les expressions des intégrales 2ième, 3ième,....

» Voici un second groupe de formules employées plus souvent; x est encore un des arguments, et les limites des intégrales sont les mêmes que précédemment :

$$(c) \qquad \omega^n \frac{d^n f(x)}{dx^n} = \sum B_{2i}^{(n)} f^{n+2i}(x),$$

$$(d) \qquad \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} (\arcsin x)^{2n+1} = \sum (-1)^i 2^{2i} B_{2i}^{(2n+1)} x^{2n+1+2i},$$

$$(e) \qquad (\arcsin x)^{2n} = \sum (-1)^i 2^{2i} B_{2i}^{(2n)} x^{2n+2i},$$

$$(c') \qquad \omega^{-n} \int\int\int \cdots \int f(x)\, dx^n = \sum B_{2i}^{(-n)} f^{-n+2i}(x),$$

$$(d') \qquad \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} (\arcsin x)^{-2n-1} = \sum (-1)^i 2^{2i} B_{2i}^{(-2n-1)} x^{-2n-1+2i},$$

$$(e') \qquad (\arcsin x)^{-2n} = \sum (-1)^i 2^{2i} B_{2i}^{(-2n)} x^{-2n+2i},$$

» On voit que la détermination de $B_{2i}^{(n)}$ et $B_{2i}^{(-n)}$ exige des formules diffé-

rentes suivant que n est pair ou impair; elle se fait par les formules (d) et (d') si n est impair, par les formules (e) et (e') quand n est pair; les trois dernières formules se déduisent encore des trois premières, en changeant $2n$ en $-2n$, ou $2n+1$ en $-(2n+1)$.

» Une conséquence immédiate des formules (d') et (e') est la relation

$$2n\,B_{2i}^{(-2n-1)} = (2n-2i)\,B_{2i}^{(-2n)},$$

qui permettra de déduire les coefficients numériques de l'intégrale 3ième de ceux de l'intégrale 2ième, ceux de l'intégrale 5ième de l'intégrale 4ième, etc.

» On forme aisément des relations analogues entre les coefficients des dérivées. On peut enfin chercher les valeurs des dérivées pour une valeur $x+\frac{\omega}{2}$, moyenne entre deux arguments consécutifs, et se proposer de prendre aussi $x+\frac{\omega}{2}$ comme limite supérieure des intégrales. On a alors les formules suivantes :

$$(f)\qquad \omega^n\left[\frac{d^n f(z)}{dz^n}\right]_{z=x+\frac{\omega}{2}} = \sum C_{2i}^{(n)} f^{n+2i}\left(x+\frac{\omega}{2}\right),$$

$$(g)\qquad (\arcsin x)^{2n+1} = \sum (-1)^i\, 2^{2i}\, C_{2i}^{(2n+1)}\, x^{2n+1+2i},$$

$$(h)\qquad \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}(\arcsin x)^{2n} = \sum (-1)^i\, 2^{2i}\, C_{2i}^{(2n)}\, x^{2n+2i},$$

$$(f')\qquad \omega^{-n}\int\int\cdots\int f(x)\,dx^n = \sum C_{2i}^{(-n)} f^{-n+2i}\left(x+\frac{\omega}{2}\right),$$

$$(g')\qquad (\arcsin x)^{-2n-1} = \sum (-1)^i\, 2^{2i}\, C_{2i}^{(-2n-1)}\, x^{-2n-1+2i},$$

$$(h')\qquad \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}(\arcsin x)^{-2n} = \sum (-1)^i\, 2^{2i}\, C_{2i}^{(-2n)}\, x^{-2n+2i}.$$

» On a encore des formules différentes suivant que n est pair ou impair; mais les formules (f'), (g'), (h') se déduisent encore des formules (f), (g), (h) en changeant $2n$ en $-2n$, ou $2n+1$ en $-(2n+1)$, et remplaçant la dérivée $n^{ième}$ par l'intégrale $n^{ième}$.

» On trouverait, comme précédemment, des relations entre les divers coefficients numériques qui figurent dans les dernières expressions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la trichlorhydrine et ses isomères.* Mémoire de **M. Berthelot**, présenté par M. Balard.

« **1**. Entre les problèmes d'isomérie, si nombreux en chimie organique, il n'en est guère de plus intéressants que ceux qui concernent la trichlorhydrine. Ce composé a été préparé par la réaction méthodique de l'acide chlorhydrique sur la glycérine (1):



$$1^\circ\ C^6H^5Cl^3 = C^6H^8O^6 + 3HCl - 3H^2O^2.$$

» Mais la même formule appartient à des corps obtenus par des voies bien différentes, telles que l'action du chlore sur : 2° l'hydrure de propylène (2); 3° le chlorure de propylène (3); 4° l'acétone monochlorhydrique, C^6H^5Cl (4); 5° l'éther isopropyliodhydrique (5); 6° l'éther allyliodhydrique (6); 7° l'action du perchlorure de phosphore sur l'acroléine (7), etc.

» Quelle qu'en soit l'origine, le composé $C^6H^5Cl^3$ a été déclaré identique avec la trichlorhydrine (8). Cette identité entre des substances d'origine si diverse semble ouvrir des voies multipliées pour la synthèse totale de la glycérine; elle serait en outre d'une extrême importance pour les théories relatives à la constitution des corps qui renferment 6 équivalents de carbone. Telles sont les raisons qui m'ont engagé à reprendre l'étude comparée de la trichlorhydrine et des isomères, en m'attachant surtout à ceux qui peuvent être préparés sans partir de la glycérine.

» **2**. J'ai d'abord cherché à reproduire la glycérine au moyen de la trichlorhydrine, conformément à ce principe général de méthode, d'après lequel la constitution d'un corps n'est réellement établie que par la concordance des épreuves analytiques et des épreuves synthétiques. Comme il arrive d'ordinaire pour les éthers chlorhydriques, cette reproduction est plus difficile pour la trichlorhydrine que pour les triacétine, tristéarine, etc. Les alcalis proprement dits n'y réussissent guère, et l'oxyde d'argent humide fournit des résultats peu réguliers....

---

(1) Berthelot et de Luca, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LII, p. 437.
(2) Schorlemmer, *Annalen der Chemie*, t. CLII, p. 159.
(3) Cahours, *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 292.
(4) Linnemann, *Annalen der Chemie*, t. CXXXIX, p. 17.
(5) Linnemann, même Recueil, t. CXXXVI, p. 48.
(6) Oppenheim, même Recueil, t. CXXXIII, p. 383.
(7) Geuther, *Supplementband zu Gmelin's Handbuch*, etc., p. 713.
(8) *Voir* l'ouvrage précédent et les Mémoires de MM. Linnemann, Schorlemmer, etc.

» Tandis que je poursuivais ces essais pénibles et peu fructueux, j'ai pensé que les actions secondaires qui venaient les compliquer pourraient être évitées en opérant la saponification de la trichlorhydrine par l'agent qui décompose les éthers de la façon la plus simple, je veux dire par l'eau pure. En effet, il suffit de chauffer la trichlorhydrine pure avec vingt fois son poids d'eau vers 160 degrés, pendant vingt-cinq à trente heures, pour reproduire une proportion considérable de glycérine. Dans ces essais, la trichlorhydrine ne se dissout jamais en totalité dans l'eau, une portion plus ou moins notable se changeant en chlorhydrines polyglycériques. C'est la formation de ces composés condensés, jointe à la tendance des corps chlorés à se changer en acides par la substitution de l'oxygène au chlore, qui rend si délicate la régénération de la glycérine.

» 3. Une fois maître de ce procédé, je l'ai appliqué à l'étude des corps isomères, en le combinant avec les propriétés suivantes de la trichlorhydrine. Ce corps bout à 155 degrés; la potasse le change en épidichlorhydrine $C^6H^4Cl^2$, liquide bouillant à 101 degrés, et transformable à son tour en un chlorure $C^6H^4Cl^4$, liquide et bouillant à 164 degrés.

» 4. J'ai préparé d'abord l'acétone monochlorhydrique C^6H^5Cl (1), et je l'ai traité par le chlore sec à zéro. Le produit s'est résolu en deux liquides: l'un trichloré $C^6H^5Cl^3$, volatil entre 140 et 145 degrés; l'autre $C^6H^4Cl^4$ (2), qui bout entre 161 et 166 degrés. Aucun de ces corps, traités par l'eau à 160 degrés, n'a fourni trace de glycérine. Je n'en ai pas obtenu davantage avec le bromure $C^6H^5ClBr^2$, bouillant à 170 degrés.

» Ainsi les dérivés chlorés de l'acétone ne sont pas identiques avec ceux de la glycérine. Ils ne le sont pas avec ceux du propylène. En effet :

{ Le chlorure de propylène $C^6H^6Cl^2$	bout à	104°	(Cahours);
{ L'acétone dichlorhydrique, isomère	bout à	70°	(Friedel);
{ Le chlorure de propylène chloré $C^6H^5Cl^3$	bout vers	170°;	
{ Le chlorure d'acétone monochlorhydrique	bout vers	140°;	
{ Le chlorure de propylène bichloré $C^6H^4Cl^4$	bout vers	195°-200°;	
{ Le chlorure d'acétone monochlorhydrique chloré	bout vers	165°.	

» En moyenne, le point d'ébullition des corps isomères des deux séries diffère de 30 à 35 degrés. Ceux des deux composés C^6H^5Cl sont, chose singulière, bien plus voisins, rapprochement qui s'observe aussi, d'après les nombres des auteurs, entre les divers corps $C^6H^4Cl^2$ et $C^6H^4Cl^2Br^2$.

---

(1) FRIEDEL, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 343.

(2) M. Linnemann a trouvé dans un liquide pareil : Cl = 78,6.

» 5. Venons aux dérivés de l'éther isopropyliodhydrique. J'ai préparé l'alcool isopropylique au moyen de l'acétone; j'ai fait agir le chlore sur son éther iodhydrique. J'ai obtenu ainsi l'éther isopropylchlorhydrique C^6H^7Cl, que j'ai fait réagir sur le chlore gazeux. J'ai obtenu deux produits principaux : un corps trichloré $C^6H^5Cl^3$, bouillant entre 150 et 160 degrés, et un corps $C^6H^4Cl^4$, bouillant entre 180 et 190 degrés, cristallisé, d'apparence camphrée, fusible vers 145 degrés, d'une densité voisine de 1,55. Le résidu ($C^6H^3Cl^5$?) était liquide.

» Le corps trichloré, traité par l'eau à 170 degrés, n'a pas fourni trace de glycérine. Ce n'était donc pas de la trichlorhydrine, mais un isomère. Le composé $C^6H^4Cl^4$ était également isomère avec les chlorures de l'épidichlorhydrine (liquide, bout à 164 degrés); de l'acétone monochlorhydrique chloré (165 degrés); du propylène bichloré (liquide, 195-200); ainsi qu'avec l'hydrure de propylène tétrachloré, corps cristallisé qui bout vers 200-205 (Schorlemmer); et probablement aussi avec le tétrachlorure d'allylène.

» 6. Enfin j'ai étudié les dérivés de l'hydrure de propylène. Après avoir préparé ce carbure au moyen de l'éther cyanhydrique et de l'acide iodhydrique à 280 degrés, je l'ai attaqué par le chlore, en suivant les prescriptions de M. Schorlemmer. J'ai obtenu en effet deux corps chlorés, $C^6H^6Cl^2$ bouillant vers 100 degrés, et $C^6H^5Cl^3$ vers 150-160 degrés. Le premier a été chloruré de nouveau, et j'ai traité séparément par l'eau à 170 degrés le produit de cette réaction, ainsi que le composé $C^6H^5Cl^3$ préparé d'abord. Je n'ai pas obtenu de glycérine en proportion sensible. Cependant je dois faire ici une réserve, n'ayant pas opéré sur de grandes quantités de matière.

» Il résulte de ces faits que la trichlorhydrine n'a pas été reproduite jusqu'ici avec des substances ne tirant pas leur origine de la glycérine. Il en résulte encore qu'il existe au moins cinq séries isomériques, savoir :

» 1° Les dérivés chlorés de l'hydrure de propylène, C^6H^8, lesquels comprennent probablement ceux de l'éther propylchlorhydrique normal;

» 2° Les dérivés du chlorhydrate de propylène, $C^6H^6.HCl$, ou éther isopropylchlorhydrique;

» 3° Les dérivés du chlorure de propylène normal, $C^6H^6.Cl^2$, correspondant au chlorure d'éthylène et à l'alcool diatomique;

» 4° Les dérivés de l'acétone dichlorhydrique;

» 5° Les dérivés de la trichlorhydrine, $C^6H^5.Cl^3$, correspondant à la glycérine, c'est-à-dire à l'alcool triatomique normal.

» Pour compléter cette revue, il conviendrait de comparer encore la série des dérivés de l'éther allylchlorhydrique; celle des deux acroléines

chlorhydriques; celle des deux chlorhydrates d'allylène, $C^6H^4.HCl$, $C^6H^4.2HCl$; celle des deux chlorures d'allylène, $C^6H^4Cl^2$ et $C^6H^4Cl^4$, etc.; car les différences d'origine entraînent souvent la métamérie des dérivés.

» C'est une métamérie de cette nature qui distingue la tribromhydrine, obtenue par M. de Luca et par moi au moyen de la glycérine, et l'isotribromhydrine, obtenue au moyen de l'éther allyliodhydrique. Mais il ne faut pas oublier que ces métaméries disparaissent parfois sous l'influence de légers changements dans les conditions des préparations. C'est ce que montrent mes anciennes expériences sur les chlorhydrates de térébenthène, les travaux de MM. Beilstein et Limpricht sur les toluènes chlorés, ainsi que ceux de MM. Lauth et Grimaux sur les toluènes bromés, enfin les récentes découvertes de M. Reboul sur les réactions entre l'acide bromhydrique et les carbures bromés, etc. Dans une Note publiée la semaine dernière, M. Henry croit cependant devoir nier l'isomérie des deux tribromhydrines. Sans connaître les raisons théoriques qui guident M. Henry, probablement analogues à celles qui avaient conduit à identifier les divers composés $C^6H^5Cl^3$, je maintiens l'exactitude de notre propre expérience. Nous avons fait l'analyse complète de la tribromhydrine, qui bout à 180 degrés; c'est un corps peu stable, que l'eau altère déjà, et qui ne saurait être confondu avec l'isotribromhydrine, bouillant à 218 degrés, et beaucoup plus stable. Si M. Henry n'a pas observé notre tribromhydrine, c'est qu'elle ne se produit pas ou qu'elle est détruite dans les conditions où il s'est placé. En effet, son liquide commençait à bouillir vers 200-210 degrés, c'est-à-dire qu'il ne renfermait aucune substance volatile vers 180 degrés, température à laquelle passait notre produit principal. Vers 218 degrés, il obtient un corps exempt d'oxygène; tandis que, vers 210 degrés, nous avons obtenu seulement des composés oxygénés (combinaison ou dissolution d'acide bromhydrique et de dibromhydrine?). Cette diversité entre des faits dont la constatation est trop simple pour donner lieu à quelque méprise suffit pour établir qu'il n'a pas opéré sur les mêmes produits que nous. »

PHYSIQUE. — *Sur la sursaturation du chlorure de calcium.* Note de M. E. Lefebvre, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 1° Une solution très-concentrée de chlorure de calcium peut présenter des phénomènes de sursaturation analogues à ceux qui ont été constatés sur le sulfate de soude et si bien étudiés en dernier lieu par

M. Gernez : mais, comme le chlorure de calcium est éminemment déliquescent, ses cristaux ne sauraient exister dans l'atmosphère, et une solution sursaturée de ce sel se conserve même à l'air sans cristalliser. J'ajouterai que cette circonstance rend très-facile la préparation de ces solutions pour les expériences de cours; il suffit en effet de dissoudre dans 50 centimètres cubes d'eau 350 à 400 grammes de chlorure de calcium cristallisé (ou bien 200 de chlorure anhydre dans 250 d'eau), de chauffer le liquide à 40 ou 50 degrés et de l'abandonner à lui-même après l'avoir filtré. Vient-on à projeter dans le liquide froid un petit cristal de chlorure de calcium, on voit apparaître aussitôt une magnifique cristallisation, qui se propage dans la masse assez lentement pour qu'on puisse en suivre dans ses détails le développement au milieu du liquide. La solution refroidie peut d'ailleurs être agitée soit seule, soit avec des fragments de verre sans qu'il y ait cristallisation.

» 2° La sursaturation du chlorure de calcium se produit entre des limites déterminées de température. La limite supérieure est comprise entre 28 et 29 degrés. C'est la température à laquelle le sel hydraté ($CaCl, 6HO$) se dissout dans son eau de cristallisation : c'est également à ce point que remonte un thermomètre plongé dans une solution sursaturée à l'instant où elle cristallise. Si l'on place dans une chambre suffisamment froide, le ballon qui contient la solution sursaturée, on voit à un certain moment jaillir de la paroi des aiguilles cristallines, qui en un instant envahissent tout le liquide : celui-ci se prend alors en une masse de très-petits cristaux, d'un aspect tout différent de ceux qui se produisent quand la sursaturation a cessé par l'addition d'une trace de cristal. Pour déterminer exactement la température du liquide qui touche la paroi, à l'instant où cette cristallisation se produit, je prends un tube fermé, un peu large, de 25 centimètres de longueur environ : je place au fond une couche de mercure de 10 centimètres à peu près, puis la solution sursaturée, et je dispose un thermomètre dont le réservoir plonge dans la partie supérieure du mercure; je refroidis alors l'extrémité inférieure du tube avec de l'eau et de la glace, et j'observe le thermomètre à l'instant où les cristaux jaillissent de la surface du mercure. Cet effet se produit à la température constante de 5°,8. Les limites de la sursaturation sont donc 5°,8 et 28°,5.

» 3° Une solution sursaturée de chlorure de calcium peut, comme le sulfate de soude, donner spontanément naissance à des cristaux moins hydratés que $CaCl, 6HO$, sans que la sursaturation cesse pour cela. Si l'on prend une solution de chlorure de calcium contenant environ 55

pour 100 de sel anhydre et 45 pour 100 d'eau (proportion d'eau moindre que celle qui entre dans les cristaux $CaCl,6HO$), on voit, lorsque la solution arrive à 15 degrés environ, s'y produire peu à peu de grandes lames cristallines transparentes, toutes différentes par leur aspect des cristaux prismatiques de chlorure de calcium, $CaCl,6HO$. La portion restée liquide peut être agitée sans qu'il s'y produise de cristallisation : mais celle-ci se manifeste aussitôt qu'on y jette un petit cristal de chlorure à 6 atomes d'eau. Elle se propage rapidement dans le liquide et dans l'eau mère qui pénètre les cristaux primitivement formés : et l'on voit ceux-ci perdre successivement leur transparence. Le développement progressif de cette opacité, qui accompagne la formation des cristaux à 6 équivalents d'eau, montre d'une manière évidente que la cause de la perte de transparence est bien celle qui a été indiquée par M. Gernez pour le sulfate de soude ($NaO,SO^3,7HO$ ou $NaO,SO^3,8HO$.) Ayant isolé avec soin quelques-uns de ces cristaux de l'eau mère sursaturée, j'y ai trouvé de 40 à 41 pour 100 d'eau, proportion qui correspond à la formule $CaCl,4HO$ (39,5 pour 100).

» 4° J'ai essayé sur des solutions sursaturés de chlorure de calcium un grand nombre de sels, dans le but de provoquer la cristallisation. Les suivants n'ont rien produit : KCl; KBr; KI; $NaCl$; AzH^4Cl; $CaCl,4HO$; $ZnCl$ cristallisé; $CuCl$ cristallisé; Hg^2Cl; $HgCl$; KO,AzO^5; KO,ClO^5; NaO,AzO^5; BaO,AzO^5; $SrO,AzO^5,5HO$; AzH^4O,AzO^5; $CuO,AzO^5 4HO$; $ZnO,AzO^5,6HO$; $2NaO,AsO^5,25HO$; BaO,SO^3; acétates de plomb et de soude cristallisés. Une goutte d'acide sulfurique a donné un précipité de sulfate de chaux, mais n'a pas provoqué la cristallisation; il en a été de même des sulfates solubles, introduits solides ou en dissolution, et des carbonates alcalins en dissolution. La cristallisation a été produite par le chlorure de strontium cristallisé, le chlorure de baryum cristallisé ou anhydre, le chlorate de baryte, l'acétate de baryte. L'action du chlorure de strontium $SrCl,6HO$, isomorphe du chlorure de calcium, n'a rien d'étonnant. Le chlorure de baryum anhydre ne produit la cristallisation qu'au bout de quelques instants : le chlorure de baryum cristallisé la provoque presque immédiatement. Étonné de ce fait, j'ai répété l'expérience avec plus de dix échantillons différents de chlorure de baryum pur et dans lesquels j'ai recherché, par les procédés les plus sensibles, la présence de la strontiane ou de la chaux; j'ai employé le chlorure de baryum chauffé pendant plusieurs heures à 60 degrés et introduit chaud dans le liquide; enfin j'ai cherché s'il n'existait pas, dans le chlorure de baryum cristallisé, des traces de cristaux à 6 atomes d'eau, isomorphes de $CaCl,6HO$, et pour cela j'ai fait

cristalliser le chlorure de baryum à — 20 degrés : il ne contient toujours que 2 atomes d'eau. Le chlorate de baryte et l'acétate de baryte, soit solide, soit en solution très-concentrée, ont toujours produit la cristallisation, mais en donnant d'abord naissance par double décomposition avec le chlorure de calcium à un précipité de chlorure de baryum : c'est donc dans ce cas ce dernier sel qui agit seul. Il est donc certain que le chlorure de strontium StCl, 6HO et le chlorure de baryum BaCl, 2HO peuvent faire cristalliser les solutions sursaturées de chlorure de calcium.

» 5° Le phénomène de la sursaturation permet d'observer très-aisément la variation de volume qui se produit pendant la cristallisation d'un sel. Je prends un ballon de 500 centimètres cubes, dont le col est divisé en dixièmes de centimètre cube : je place dans le ballon 250 à 300 centimètres cubes de solution sursaturée, et j'ajoute du pétrole de manière que le niveau du liquide affleure dans le col du ballon. L'appareil étant plongé dans un bain à t degrés, j'observe la division d'affleurement; je provoque la cristallisation, je laisse revenir à la température t degrés, et je constate ainsi la variation de volume occasionnée par le passage du sel de l'état liquide à l'état solide dans les mêmes conditions de température. Le chlorure de calcium, en passant de l'état liquide à l'état solide (temp. = 7°), se contracte des 0,0832 de son volume à l'état solide. Cette contraction de près d'un dixième est d'autant plus étonnante que le sel contient moitié de son poids d'eau de cristallisation, et que ce liquide, par la solidification, se dilate à peu près de $\frac{1}{11}$. Le sulfate de soude à 8 degrés se dilate, en se solidifiant, des 0,0247 de son volume à l'état solide, quand la solution contient 2 parties de sel pour 1 d'eau; des 0,0272 pour une solution de 3 de sel et 2 d'eau; enfin des 0,0365 pour une solution de 1 de sel et 1 d'eau. Cette dilatation est donc d'autant plus grande que la solution d'où se dépose le sel est plus étendue. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude chimique de l'eucalyptol.* Note de **M. S. Cloëz**, présentée par M. Regnault.

« L'*Eucalyptus globulus* est un très-bel arbre, originaire de la Tasmanie, où il a été remarqué, pour la première fois, par Labillardière en 1792. Ce végétal acquiert un développement extraordinaire, il peut s'élever, comme quelques-unes des espèces du même genre, à savoir les *Eucalyp. gigantea, obliqua, salicifolia*, etc., à une hauteur de 80 à 100 mètres.

» L'acclimatation de l'*Eucalyptus globulus* dans le bassin de la Méditer-

ranée est aujourd'hui un fait assuré, et c'est surtout à M. Ramel que revient l'honneur de ce résultat. Guidé par l'idée philanthropique que la salubrité bien connue du climat de l'Australie est due aux émanations de cet arbre, dont les feuilles sont parsemées de nombreuses cellules remplies d'une huile volatile aromatique, M. Ramel consacre, depuis quinze ans, toute son activité à la propagation de l'Eucalypte, son arbre de prédilection. Il existe aujourd'hui de nombreux spécimens de cet arbre en Provence, en Espagne, en Italie, dans les îles de la Méditerranée et en Algérie.

» Des semis faits à Paris en 1860, dans les jardins de la ville, ont parfaitement réussi, mais les jeunes arbres n'ont pas résisté à la gelée, et c'est grâce à cette circonstance prévue que j'ai été amené à examiner chimiquement l'essence d'Eucalypte.

» Voyons d'abord la proportion d'essence que l'on peut extraire de cette plante :

» 10 kilogrammes de feuilles fraîches, enlevées à des tiges atteintes par le froid, à Paris, à la fin de l'année 1867, ont fourni, par la distillation avec de l'eau, 275 grammes d'essence; soit 2,75 pour 100.

» Dans une autre expérience, 8 kilogrammes de feuilles sèches, récoltées depuis un mois à Hyères, ont produit 489 grammes d'essence, ou un peu plus de 6 pour 100.

» Ce résultat, assez remarquable, prouve que l'essence emprisonnée dans les cellules des feuilles ne se volatilise que très-lentement.

» En prenant des feuilles tout à fait sèches, rapportées de Melbourne et conservées depuis cinq années, on a obtenu un peu plus de 1,5 pour 100 d'essence.

» L'huile essentielle recueillie dans ces diverses circonstances est toujours la même : c'est un liquide très-fluide, à peine coloré, doué d'une odeur aromatique analogue à celle du camphre. Ce liquide, chauffé dans un appareil distillatoire, commence à bouillir vers 170 degrés; le thermomètre monte rapidement à 175 degrés, où il reste stationnaire jusqu'à ce que la moitié environ du produit ait passé à la distillation ; une autre portion de l'essence passe entre 188 et 190 degrés, c'est un mélange de plusieurs produits; enfin, en continuant à chauffer, on obtient une petite quantité de liquide volatil à une température supérieure à 200 degrés.

» Le liquide distillé en premier lieu, entre 170 et 178 degrés, n'est pas un produit chimiquement pur ; il est nécessaire, pour le purifier, de le mettre en contact d'abord avec de la potasse en morceaux, puis avec du chlorure de calcium fondu; en le distillant de nouveau, on obtient un

liquide très-fluide, incolore, bouillant régulièrement à 175 degrés; ce produit peut être considéré comme un principe immédiat pur, distinct par ses propriétés et par sa composition des espèces chimiques connues. Je le désigne sous le nom d'*eucalyptol*.

» C'est un liquide plus léger que l'eau; sa densité à 8 degrés est égale à 0,905; il dévie à droite le plan de polarisation de la lumière; son pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha] = +10°,42$ pour une longueur de 100 millimètres. L'eucalyptol reste liquide après une exposition de trois heures à un froid de 18 degrés, obtenu par un mélange de neige et de sel. Aspiré par la bouche à l'état de vapeur en mélange avec de l'air, l'eucalyptol a une saveur fraîche, agréable; on l'a déjà employé avec succès en thérapeutique sous cette forme; il est peu soluble dans l'eau, mais il se dissout complétement dans l'alcool; cette solution, très-diluée, possède une odeur analogue à celle de la rose.

» La composition de l'eucalyptol est représentée par la formule $C^{24}H^{20}O^{2}$, déduite de l'analyse concordante de divers échantillons de provenances différentes, et contrôlée par la détermination de la densité de vapeur trouvée égale à 5,92; la densité théorique pour la formule $\frac{C^{24}H^{20}O^{2}}{4}$ est 6,22.

» L'acide azotique ordinaire attaque lentement l'eucalyptol; on trouve parmi les produits de la réaction un acide cristallisable, non azoté, obtenu en trop petite quantité pour en faire une étude complète; c'est probablement un composé analogue à l'acide camphorique.

» Avec l'acide sulfurique concentré, l'essence d'Eucalypte se colore en noir; le mélange abandonné à lui-même, puis traité par l'eau, laisse déposer une matière de consistance goudronneuse, d'où l'on sépare un hydrocarbure volatil par distillation.

» En mettant en contact, dans une cornue tubulée munie d'un récipient, des poids égaux d'eucalyptol et d'acide phosphorique anhydre, il n'y a pas d'action immédiate; mais, au bout de cinq minutes, le mélange s'échauffe, une portion du liquide distille, l'acide phosphorique se colore en brun, et se change en une masse poisseuse, en même temps que la portion non distillée vient surnager. En réunissant les liquides et les chauffant en présence de l'excès d'acide phosphorique contenu dans la cornue, on obtient un composé fluide, incolore, bouillant régulièrement à 165 degrés; c'est un hydrogène carboné d'une densité 0,836, à 12 degrés. Sa composition diffère de celle de l'eucalyptol par 2 équivalents d'eau en moins; il a pour formule

$C^{24}H^{18}$; la densité de sa vapeur a été trouvée égale à 5,3. Je désigne ce produit sous le nom d'*eucalyptène;* il correspond au cymène.

» L'action de l'acide phosphorique anhydre donne, en outre, un liquide bouillant à une température supérieure à 300 degrés, et dont la composition centésimale est exactement la même que celle de l'eucalyptène. J'ai essayé de prendre la densité de vapeur de ce produit à la température de 445 degrés dans la vapeur de soufre; mais il y a un commencement de décomposition, et il m'est impossible d'établir avec certitude l'équivalent de ce nouvel hydrocarbure condensé. Je propose de le désigner sous le nom d'*eucalyptolène*, pour le distinguer du précédent.

» En faisant arriver, dans l'eucalyptol, refroidi à zéro, de l'acide chlorhydrique gazeux et sec, le gaz est absorbé en grande quantité; le produit finit par se prendre en une masse cristalline, empâtée dans une portion du liquide, qui a pris une couleur bleue-violacée très-belle; mais cette apparence change bientôt. Le mélange laisse dégager d'abondantes vapeurs acides; les cristaux se fluidifient, le liquide bleu devient brun, puis peu à peu il se décolore, et il s'en sépare de petites gouttelettes d'eau, contenant la presque totalité de l'acide chlorhydrique absorbé. Le résultat final de la réaction est encore un hydrocarbure, bouillant vers 168 degrés et paraissant identique avec l'eucalyptène.

» En résumé, d'après la composition et les propriétés chimiques de l'eucalyptol, on devrait le placer à côté du camphre, dont il est un homologue. Ses dérivés peuvent être aussi comparés à ceux du camphre; mais si l'on considère les propriétés physiques des termes correspondants dans les deux séries, on trouve une anomalie qui n'existe pas pour les composés réellement homologues.

» Théoriquement, l'eucalyptol placé à deux échelons au-dessus du camphre, devrait avoir un point d'ébullition plus élevé, de 38 degrés environ; c'est le contraire qu'on observe. En effet, le camphre, solide au-dessous de 175 degrés, bout régulièrement à 204 degrés; en admettant l'homologie, le point d'ébullition de l'eucalyptol devrait être égal à 242 degrés; nous avons vu qu'il est inférieur de 67 degrés à cette température. Il y a là, à notre avis, un point intéressant à étudier; la science possède déjà, il est vrai, des anomalies semblables, dans un grand nombre de cas d'isomérie, mais la difficulté n'en subsiste pas moins; il appartient aux chimistes de la surmonter. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Organes et phénomènes de la fécondation dans le genre* Lemanea. Note de **M. Sirodot.**

« Les algologues sont d'accord pour distinguer, parmi les véritables spores (spores immobiles, oospores), toute une catégorie de corps reproducteurs, doués de la faculté de germer sans fécondation.

» Les spores des *Lemanea* seraient dans ce cas. Comme les *Lemanea* représentent, dans le groupe des Algues d'eau douce, les espèces les plus élevées en organisation, elles ont été sérieusement étudiées; aussi M. Rabenhorst (*Flora Europæa algarum aquæ dulcis et submarinæ*, 1868, p. 410), résumant les opinions de ses devanciers et de ses contemporains, ne paraît pas hésiter pour caractériser les corps reproducteurs de ces algues par les expressions : *sporæ..... sine fecondatione germinantes.*

» Or ce sont les organes de la fécondation dans le genre *Lemanea* qui font l'objet de cette Note. Pour me faire comprendre sans trop de difficulté, il est indispensable de résumer en quelque mots les principaux traits de la structure connue des espèces du genre.

» Les filaments simples ou rameux constituant les *Lemanea* sont creusés intérieurement d'un canal continu, dont la partie centrale est occupée par un axe formé d'un filament simple articulé, rélié de distance en distance à la paroi intérieure par quatre cellules cylindriques, disposées en croix. Dans l'épaisseur des parois limitant le canal intérieur, entrent au moins trois couches de cellules de dimensions fort différentes; les extérieures sont petites et serrées, les intérieures très-grandes et lâchement unies, les moyennes intermédiaires pour la forme et l'arrangement. MM. Cronars frères, de Brest, qui ont figuré (*Florule du Finistère*) l'axe central articulé et la cellule en croix le rattachant à la paroi, représentent les quatre cellules en croix articulées avec la grande cellule de la couche intérieure. C'est également sur ces grandes cellules que l'on représente aussi fixés les faisceaux de filaments sporifères remplissant à la maturité le canal intérieur. C'est à ce point que je reprends la structure du *Lemanea*.

» Il est nécessaire de grouper les espèces réunies dans le genre autour de deux types, le *Lemanea fluviatilis* et le *Lemanea catenata*. La structure des *Lemanea catenata* est incontestablement plus compliquée que celle des *Lemanea fluviatilis*, mais l'observation des organes de la fécondation étant beaucoup plus facile sur cette espèce, je m'y arrêterai tout d'abord.

» Les filaments du *Lemanea catenata* sont simples, variqueux, avec des renflements réguliers et régulièrement espacés. L'un de ces filaments a-t-il

été ouvert dans sa longueur, on doit remarquer : 1° que le tube central simple ne tarde pas à être enveloppé d'un faisceau de filaments rameux articulés le contournant fréquemment en spirale et prenant naissance soit sur les cellules cylindriques en croix, soit sur des points variables de la paroi intérieure du canal ; 2° que les extrémités périphériques des quatre cellules en croix soutenant l'axe central ne s'articulent point avec les grandes cellules de la couche interne, mais sont supportées chacune par quatre tubes dont il importe de faire connaître la disposition.

» La plante régulièrement variqueuse peut être considérée comme formée de tronçons placés bout à bout, s'étendant du milieu d'un renflement au milieu du renflement suivant. Dans chacun de ces tronçons la structure est identique.

» Dans chacun d'eux, en effet, la croix occupe exactement la partie moyenne; et, des quatre tubes articulés soutenant l'extrémité périphérique d'un bras de la croix, deux se dirigent en haut et deux en bas, en se rapprochant de la paroi intérieure pour se terminer aux deux bouts de chaque tronçon considéré. Ces tubes articulés ne sont pas appliqués immédiatement contre la paroi intérieure, mais sont supportés par des paires de grandes cellules, s'allongeant en arc-boutant. Donc, dans chaque tronçon, se trouvent, dans le voisinage de la paroi intérieure, au-dessus et au-dessous de la croix, huit tubes articulés, dont les seize extrémités médianes se rapprochent quatre par quatre, pour servir de support à l'extrémité périphérique de chacun des bras de la croix.

» Ces tubes intérieurs et latéraux forment un appareil sporifère, sur lequel se développent les organes femelles. Sur le côté extérieur de chacun d'eux apparaît, de distance en distance, un renflement qui sera bientôt la première cellule d'un filament articulé à cellules ovoïdes, se dirigeant vers la paroi, dans laquelle il ne tarde pas à pénétrer en écartant les cellules de la courbe la plus intérieure. Alors la cellule terminale transparente s'allonge considérablement, traverse les deux autres couches de cellules et vient faire saillie à l'extérieur, en même temps qu'elle émet deux ou trois prolongements, dont la parfaite transparence rappelle immédiatement un trichogyne *ramifié* d'un Batrachosperme.

» Voilà l'organe femelle destiné à être fécondé par les anthéridies. Ces anthéridies, représentées par des cellules oblongues, cylindriques, pâles et finement granulées, sont sessiles sur des cellules arrondies, groupées extérieurement sur la région moyenne des renflements. Ces anthéridies détachées se fixent sur les trichogynes, et, par résorption des parois, leur

contenu pénètre dans l'organe femelle, qui prend alors une apparence granulée.

» La fécondation opérée, le trichogyne ne tarde pas à disparaître, et de sa base, située dans l'épaisseur même de la paroi, naissent par bourgeonnement des filaments articulés, se dirigeant vers l'intérieur du tube pour y former plus tard les faisceaux de filaments sporifères. Le *Lemanea nodosa* (Kutz) offrirait à l'observation des faits identiques.

» Maintenant quelques mots suffiront pour caractériser les différences par lesquelles le *Lemanea fluviatilis* s'éloigne du *Lemanea catenata*.

» Les filaments simples et peu ramifiés du *Lemanea fluviatilis* sont à peu près cylindriques, mais présentent, régulièrement espacés, des verticilles d'élévations ou de nœuds, correspondant exactement aux renflements du *Lemanea catenata*.

» L'axe occupant le centre de la cavité intérieure est toujours uni; il naît bien sur les parois intérieures des filaments articulés accessoires, mais ils ne se développent jamais assez pour atteindre l'axe central et s'y accoler.

» Le filament général peut encore être considéré comme formé de tronçons limités par des sections horizontales passant par les verticilles des nœuds. La croix reliant l'axe central aux parois occupe toujours exactement le milieu de chacun de ces tronçons, c'est-à-dire la région médiane comprise entre les deux verticilles des nœuds. Les extrémités périphériques des branches de la croix ne sont plus soutenues par quatre tubes distincts, mais articulées chacune sur un filament articulé, étroitement appliqué contre les grandes cellules de la couche interne. Il en résulte, pour la région moyenne du tronçon ou de l'entre-nœuds, quatre filaments étroitement appliqués contre la paroi interne. Toutefois il n'en est ainsi que dans la région moyenne, car, à une certaine distance, deux filaments se bifurquent et portent à six le nombre des tubes de l'appareil sporifère, s'arrêtant aux deux extrémités du tronçon.

» Sur ces filaments articulés latéraux naîtront, comme chez le *Lemanea catenata*, les organes femelles; mais il faut des coupes longitudinales heureuses pour mettre le fait en évidence. La saillie de la partie extérieure du trichogyne est peu accentuée, aussi n'est-ce pas sans chercher qu'on arrive à en bien comprendre la disposition et la forme. On a décrit les nœuds d'un verticille comme couronnés de papilles; ces papilles ne sont pas autre chose que les anthéridies sessiles sur des cellules spéciales, formant un tissu serré. Les anthéridies, plus longues que chez le *Lemanea catenata*, sont assez nettement amincies vers la base.

» Lorsque, après la fécondation, les filaments sporifères se développent par bourgeonnement à la base du trychogyne, ils contournent fréquemment les grandes cellules de la couche intérieure de la paroi, et vont sortir, entre ces grandes cellules, à une certaine distance du point sur lequel l'appareil femelle a pris naissance. Cette circonstance explique comment il se fait que les algologues ont été amenés à considérer les faisceaux, filaments sporifères, comme naissant sur les grandes cellules internes.

» Dans le *Lemanea mamillosa*, et ses variétés *fucina*, *torulosa*, la structure est identique avec celle que je viens de décrire chez le *Lemanea fluviatilis*.

» Les différences signalées dans la structure du *Lemanea catenata* et *Lemanea fluviatilis* nécessitent le dédoublement du genre *Lemanea* en deux genres distincts. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les conclusions formulées récemment par* M. Magnan, *sur le terrain crétacé inférieur des Pyrénées.* Lettre de M. Leymerie à M. Élie de Beaumont.

« Je viens de lire les conclusions prises par M. Magnan à l'égard de la question du terrain crétacé inférieur des Pyrénées (*Comptes rendus*, p. 537 de ce vol.). Ces conclusions étant tout à fait opposées à celles que j'ai cru pouvoir tirer de l'ensemble de mes observations, dans un Mémoire que j'ai soumis à l'Académie il y a peu de temps, veuillez me permettre de faire ici une courte réplique.

» Je ne reviendrai pas sur les considérations qui se trouvent largement développées dans mon travail; je me bornerai à faire remarquer qu'il ne suffit pas, pour établir l'existence d'un terrain dans une région, de signaler, en quelques points, la présence de fossiles plus ou moins caractéristiques. Il faut que ce terrain ait un *corps*, c'est-à-dire qu'il puisse être distingué physiquement par des caractères qui permettent de le suivre dans une étendue suffisante et d'en tracer les limites sur une carte. Or, je ne pense pas que ces conditions soient remplies notamment pour l'étage *albien* que M. Magnan voudrait introduire dans notre chaîne. L'époque albienne peut s'y trouver; mais le terrain n'y est pas.

» Je ferai la même objection contre l'admission du *muschelkalk* dans les *zechstein* dans le Tarn et l'Aveyron. L'existence de ces étages n'a été établie par M. Magnan que sur la présence toute locale de quelques couches ou amandes calcaires ou dolomitiques, qui ne sont pour moi qu'un accident du grès rouge. Je ferai remarquer, à cet égard, que le grès rouge pyrénéen

est tellement identique à celui qui forme bordure vers le sud du plateau central, qu'il semble évident qu'ils ont été déposés à la même époque et dans le même bassin. Or ce qui serait muschelkalk dans l'un ne pourrait être zechstein dans l'autre. »

GÉOLOGIE. — *Note sur l'état fragmentaire des hautes cimes des Pyrénées;* *par* **M. A. Leymerie.**

« Lorsque l'on voit de loin les cimes des montagnes, des montagnes granitiques surtout, dont les formes paraissent fréquemment terminées d'une manière nette et par des arêtes aiguës, on est porté à croire qu'elles sont composées d'une roche vive entaillée sur place; mais si l'on vient à gravir les crêtes et à atteindre ces sommets élevés, on est surpris de n'y trouver que des amas de débris et des accumulations de blocs anguleux.

» Il en est ainsi particulièrement pour tous les pics granitiques des Pyrénées de la Haute-Garonne, comme le pic de *Maupas*, celui de *Quairat*. Le pic de *Néthou* lui-même, qui paraît si nettement aigu vu du port de Venasque, consiste réellement en une petite plate-forme composée et jonchée de blocs granitiques. Cet état fragmentaire se prolonge même dans l'arête qui précède immédiatement le sommet (*Pont-de-Mahomet*), arête dont la largeur ne dépasse guère 1 mètre et qu'on ne peut franchir qu'en rampant avec précaution, ayant d'un côté un rapide glacier et de l'autre un affreux précipice. Les pics granitiques ne sont pas les seuls qui se trouvent dans ces conditions, que partagent généralement les sommets ou crêtes formés par des roches compactes ou massives comme le calcaire. J'ai eu l'occasion, en 1849, de vérifier le fait pour le *Mont-Perdu*, dont le sommet consiste en une calotte arrondie, formée par des fragments de calcaire amoncelés qui cachent entièrement la roche en place.

» Cet état de chose, au reste, est général pour toute la chaîne des Pyrénées et j'aurai à étayer cette assertion du solide témoignage de M. le comte Russell-Killough, l'auteur de l'itinéraire des grandes ascensions pyrénéennes, l'intrépide touriste pour lequel aucune cime n'est inaccessible. Ce témoignage se trouve exprimé de la manière la plus nette et la plus explicite dans cette phrase que j'extrais de la réponse qu'il a bien voulu faire à une lettre que je lui avais adressée à ce sujet. « *La grande majorité des pics pyrénéens sont des monceaux de ruines et des chaos de blocs; la roche vive en place est une rare exception.* »

» Comment expliquer la présence de ces amas de blocs anguleux, de ces

chaos, au sommet des pics les plus élevés (1)? On ne peut ici avoir recours aux éboulements, aux glaciers, aux cours d'eau extraordinaires. En un mot, la cause d'un pareil phénomène ne peut venir d'en haut. Il faut donc la chercher en bas, et alors on la trouvera naturellement dans les violentes secousses qui ont dû préluder au soulèvement des montagnes.

» La même explication peut aussi s'appliquer à certains champs ou chaos de blocs qui se trouvent en des lieux relativement bas, et dont il serait difficile de se rendre compte autrement. C'est ainsi que j'ai expliqué, il y a longtemps, l'accumulation extraordinaire de blocs immenses de granite (jusqu'à 20 mètres de longueur), qui couvre une surface étendue dans le département du Tarn, entre Castres et Brassac, où l'on voit à peine la roche en place sous les blocs superposés dans les positions les plus singulières.

» L'état fragmentaire et ruiné des hautes cimes doit être un fait assez général, et si l'explication que je viens de donner est la véritable, il s'en suivra que les blocs accumulés sur les sommets doivent dater au moins de l'époque du dernier soulèvement d'une chaîne donnée, et comme l'épaisseur de ces parties fragmentées n'est pas généralement très-considérable, il serait permis de conclure que ces cimes ne doivent pas avoir beaucoup perdu de leur hauteur primitive depuis cette époque très-reculée. Cette conséquence serait opposée à l'idée que les montagnes sont dans un état continuel d'ablation. »

« M. Élie de Beaumont rappelle, à cette occasion, que de simples ouvrages en terre recouverts de gazon, tels que les *tumulus* de la période gallo-romaine et ceux que des colonies grecques avaient érigés près du Bosphore cimmérien et de la mer d'Azof (*kourganes*), ont traversé les siècles, en conservant leurs formes premières et sans qu'une partie notable de leurs éléments ait été entraînée et répandue sur la plaine environnante (2). »

M. Duchartre dépose sur le bureau de l'Académie deux articles publiés par *M. Koressios*, sur la maladie actuelle de la vigne, dans le journal grec Εκλεκτικη.

« M. N.-H. Koressios, qui a déjà présenté, en 1854, à l'Académie des Sciences un Mémoire sur la *maladie de la vigne* causée par l'oïdium, pense

(1) Peut-être pourrait-on y joindre la montagne de *Pierre-sur-Autre*, dans le Forez?
E. D. B.

(2) *Leçons de Géologie pratique*, par M. Élie de Beaumont, t. I, p. 155-159.

que la maladie actuelle du même végétal en France est celle que Strabon (livre VII, *Illyris*, § 9) désigne sous la dénomination de *Phtiriasis* (φθειρίασις) *maladie pédiculaire*, ou *des racines*, et non le φυλλόξερα ou φυλλόθρωξ, maladie qui dessèche ou ronge les feuilles, *Phylloxera*.

» M. Koressios recommande de déraciner les vignes sérieusement atteintes; de laisser la première année la terre en friche, de la creuser profondément, et, au lieu d'engrais, de jeter dans le *sillon*, ou *creux*, de la chaux (ἄσβεστος) en poudre, etc.; de creuser profondément autour des vignes saines, et d'y jeter un peu de poudre de *chaux sèche*, au commencement du printemps; d'enduire le tronc, autant que possible près des racines, et les gros ceps, avec un enduit composé de soufre en poudre, d'huile ou de marc d'olives, et d'une petite quantité de naphte.

» Malheureusement, fait observer M. Duchartre, l'expérience n'a pas encore prononcé sur l'efficacité du procédé indiqué par M. N.-H. Koressios. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 mars 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut, 106ᵉ liv. Paris, 1870; in-4° texte et planches.

Histoire chronologique topographique et étymologique du choléra depuis la haute antiquité jusqu'à son invasion en France en 1832; *par* M. H. SCOUTETTEN. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours Bréant, 1870.)

Pékin et ses habitants. Étude d'hygiène; par M. G. MORACHE. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Rapport sur deux ouvrages de chirurgie adressés à l'Académie par le Baron

H. LARREY, *Correspondant; par* le Dr BASSET. Toulouse, 1870; in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Toulouse.*)

Notes paléontologiques; par M. Eug. DESLONGCHAMPS. 8e *article, contenant la suite du prodrome des Téléosauriens du Calvados*, feuilles 16 à 20, planches 14, 15, 20, 21. Paris, 1869; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1869. Châlons-sur-Marne, 1870; in-8°.

De la sériculture (bombyculture, sérothrophie, industrie séricole, etc.), abusivement nommée SÉRICI-CULTURE; *par* M. P.-G. DE DUMAST. Nancy, 1870; in-8°.

Description d'une nouvelle espèce africaine du genre Varan (VARANUS); *par* M. A. PREUDHOMME DE BORRE. Bruxelles, 1870; in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Atti... *Actes de l'Académie royale des Sciences de Turin*, t. IV, livr. 1 à 7, novembre 1868 à juin 1869. Turin, 1869; 7 broch. in-8°.

Atti... *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. XII, 2e fascicule, feuilles 16 à 26. Milan, 1869; in-8°.

Bollettino... *Bulletin météorologique et astronomique de l'Observatoire royal de l'Université de Turin*, 3e année, 1868. Turin, 1869; in-4° oblong.

Anno quarto... *Quatrième année. Des oscillations calorifiques horaires, diurnes, mensuelles et annuelles de* 1867; *par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1870; in-8°.

Intorno... *Note relative à deux nouveaux Polypes*, Cladactis costa *et* Halcampa Claparedii; *par* M. P. PANCERI. Naples, 1869; in-4°.

Intorno... *Sur une forme non encore connue des zoïdes des pennatules; Note par* M. P. PANCERI, *lue à la réunion du* 12 *février* 1870. Sans lieu ni date; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg*, t. VI, *novembre* 1866 *à mai* 1869. Édimbourg, 1869; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXV, 2e partie, session 1868-1869. Édimbourg, 1870; in-4° avec planches.

A Treatise... *Traité du choléra asiatique; par* M. C. MACNAMARA. Londres, 1870; in-8° relié.

Journal... *Journal de la Société royale Géologique d'Irlande*, t. XII, 2e partie; t. II. 2e partie, nouvelle série, 1868-1869. Londres, Dublin et Édimbour, 1869. (3 exemplaires.)

The... *Journal de la Société Chimique*, novembre, décembre 1869 et janvier 1870. Londres, 1869 et 1870; 3 broch. in-8°.

Nederlandsch... *Annuaire météorologique des Pays-Bas pour* 1869, *publié par l'Institut météorologique néerlandais.* 1re partie : *Observations dans les Pays-Bas.* Utrecht, 1869; in-4° oblong.

Programma certaminis poetici ab Academia regia disciplinarum nederlandica ex legato HOEUFFTIANO *indicti, anno* CIƆIƆCCCLXX : in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 mars 1870.)

Page 574, lignes 1 et 6, *au lieu de* allongement élastique, *lisez* allongement sous charge.



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1870.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Communication relative aux cas de rage constatés en France dans la période de* 1863 *à* 1868, *d'après l'enquête instituée par le Ministère de l'Agriculture; par* **M. Bouley** (1).

« Une enquête a été instituée, il y a près de vingt ans, par les soins et sous les inspirations de M. Dumas, lorsqu'il était Ministre de l'Agriculture, pour recueillir annuellement tous les faits relatifs à la rage de l'homme et des animaux qui se produisent en France.

» L'Académie, qui a toujours attaché une grande importance aux Communications que mon honorable prédécesseur, M. Renault, lui a faites sur la rage, entendra peut-être avec quelque intérêt les résultats que cette enquête a donnés pendant la dernière période des six années de 1863 à 1868, dont le Comité consultatif d'hygiène publique m'a chargé de dépouiller et d'analyser le dossier.

» Je lui demande la permission d'exposer devant elle ces résultats d'une manière très-sommaire.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» Les noms de 81 départements sont inscrits dans ce dossier :

» 49 départements, dans la période des six années que l'enquête embrasse, ont envoyé 108 réponses affirmatives de la manifestation d'accidents rabiques dans leurs circonscriptions respectives, et 77 réponses négatives. 109 fois ils se sont abstenus de toute réponse.

» 32 départements ont déclaré, par 115 Rapports, être restés exempts de la rage, et 77 fois ils se sont abstenus de toute réponse.

» Enfin 8 départements se sont signalés par une abstention complète.

» Ces premiers résultats indiquent que les documents relatifs à la rage ne sont pas recueillis avec une grande régularité et avec tout le soin qu'exigent et que devraient inspirer la gravité et l'importance de la grave question que l'Administration de l'Agriculture s'est proposée d'éclairer lorsqu'elle a institué une enquête annuelle sur la rage.

» De fait, dans cette période de six années, sur les 81 départements qui ont répondu aux questions de l'enquête, il n'y en a que 9 qui aient envoyé des Rapports annuels. Tous les autres, c'est-à-dire 72, ne se sont pas montrés très-réguliers dans l'envoi de leurs réponses, puisque le chiffre de leurs abstentions ne s'élève pas à moins de 186, c'est-à-dire qu'en moyenne $2\frac{1}{2}$ fois sur 6 leurs réponses font défaut.

» Mais ces abstentions ne se répartissent pas avec la régularité que représente une moyenne.

» Il résulte du dépouillement du dossier de l'enquête que 10 départements n'ont envoyé, respectivement, que 1 seul Rapport; 9 n'en ont envoyé que 2, et 11 que 3.

» Quant aux 42 autres départements, 24 se sont abstenus 2 fois sur 6 de répondre, et 18 une fois. Or, parmi ceux dont les Rapports manquent au dossier, il s'en trouve qui, de notoriété publique, sont très-féconds en accidents rabiques, comme, par exemple, la Seine, le Rhône et Seine-et-Oise.

» D'où il résulte qu'il n'est pas possible d'arriver, je ne dirai pas à une conclusion légitime, mais même à une simple induction tant soit peu autorisée, relativement à l'influence que peuvent exercer, sur les manifestations de la rage, la situation géographique des régions où on la signale et les circonstances locales qui peuvent y dominer, car il faut bien reconnaître que les renseignements réunis par l'enquête paraissent être l'expression, bien moins de la réalité de *tous* les faits de rage qui ont pu se produire, que des soins que les autorités locales ont mis à les recueillir et à les transmettre à l'autorité centrale.

» Il n'y a donc pas lieu d'attacher aux déclarations fournies par l'enquête une trop grande créance au point de vue du plus ou moins de fréquence de la rage dans les départements dont elles émanent.

» La déclaration d'immunité absolue ne veut probablement dire qu'une seule chose : c'est que l'autorité du département n'a reçu, dans l'année à laquelle cette déclaration correspond, aucune communication sur la manifestation de la rage dans sa circonscription. Mais on n'est pas autorisé à en conclure que cette manifestation n'a pas eu lieu, attendu que les faits de cette nature peuvent échapper, et échappent en effet facilement à une enquête administrative, poursuivie souvent avec mollesse et indifférence par des agents qui, ne comprenant pas l'importance de la mission qui leur est confiée, ne savent pas mettre à son accomplissement tout le zèle qu'elle exige.

» Il y a donc autre chose à faire que ce qui se fait actuellement pour que l'enquête sur la rage puisse produire tout ce qu'elle peut donner d'utile à tous les points du vue.

» Toutefois l'enquête dont j'analyse aujourd'hui les documents ne laisse pas, malgré ce qu'elle a d'imparfait et d'insuffisant, que de fournir encore des résultats très-intéressants.

» Les voici en substance :

» 1° Dans les 49 départements où la rage a été dénoncée par 108 Rapports, 320 personnes ont été mordues par des animaux enragés.

» 2° Sur ces 320 personnes, les morsures ont donné lieu, dans 129 cas, à des accidents rabiques, ou autrement dit *mortels*, car c'est tout un, ce qui constitue une mortalité de 40,31 pour 100.

» 3° Sur les 320 personnes mordues, les morsures n'ont pas été suivies d'accidents rabiques dans 123 cas connus et spécifiés par les documents de l'enquête.

» L'innocuité constatée de ces morsures a donc été de 38 pour 100 environ.

» Mais il faut considérer qu'il y a 68 cas dont les terminaisons ne paraissent pas avoir été connues, puisqu'il n'en est rien dit dans les documents de l'enquête, ce qui permet de supposer que, pour le plus grand nombre des personnes dont il s'agit dans ces 68 cas, les morsures qu'elles ont subies n'ont pas eu des résultats funestes, car une terminaison mortelle d'une morsure rabique a toujours plus de retentissement que ne peut l'avoir un accident de cette nature suivi d'une complète immunité.

» D'où il résulterait qu'on pourrait considérer comme acquis à l'im-

munité la plupart des cas de morsures spécifiées dans l'enquête, desquelles il n'est pas dit que la mort s'en est suivie.

» 4° Sur les 320 personnes mordues, 206 appartiennent au sexe masculin et 81 au sexe féminin. Pour 33 le sexe n'est pas indiqué.

» Ce résultat est parfaitement concordant avec ceux qu'ont donnés les enquêtes précédentes; toujours le nombre des femmes mordues est de beaucoup inférieur à celui des hommes, ce qui ne peut s'expliquer évidemment que par les chances moindres que courent les femmes, en raison de leurs habitudes et de leurs travaux, d'être rencontrées par des chiens enragés et de subir leurs atteintes. Peut-être aussi que l'ampleur plus grande de leurs vêtements est pour elles une condition de préservation, l'animal enragé assouvissant sa fureur sur ce qui se trouve immédiatement sous sa dent.

» 5° Les accidents mortels ne se sont pas répartis d'une manière égale entre les deux sexes : sur les 206 personnes mordues du sexe masculin, la mortalité a été de 100, c'est-à-dire d'un peu moins de la moitié, et, sur 81 personnes du sexe féminin, elle n'a été que de 29, un peu plus du tiers : 48 pour 100 dans le premier cas et 36 pour 100 dans le second.

» Ce privilége d'immunité relative, que les documents de l'enquête actuelle donnent au sexe féminin, n'est probablement qu'un accident de statistique portant sur de trop petits nombres pour qu'il soit possible d'en rien conclure.

» Aussi n'y a-t-il qu'à enregistrer ce fait sans commentaires.

» 6° L'âge des personnes mordues est indiqué dans 274 cas, dont la répartition par séries décimales met en relief ce fait intéressant, que le plus grand nombre des accidents de morsures (97 sur 274) correspond à la série de 5 à 15 ans, c'est-à-dire à l'âge de l'imprévoyance, de l'imprudence, de la faiblesse, et surtout à l'âge des jeux et de la taquinerie. Bien des chiens, sous le coup de la rage, épargneraient les enfants auxquels ils sont familiers, s'ils n'étaient poussés à bout par des harcellements continuels, que les enfants répètent d'autant plus volontiers que, ne reconnaissant pas dans le chien avec lequel ils veulent jouer, son humeur habituelle, au moment des premières manifestations de la rage, ils se trouvent déterminés, par là, à l'exciter davantage.

» D'un autre côté, cette si grande proportion d'enfants mordus s'explique par le nombre plus grand des chances qu'ils courent d'être atteints par des chiens errants, dans les rues des villes ou des villages où ces enfants se trouvent si communément réunis en groupes pour se livrer à leurs jeux.

» 7° Un autre fait très-intéressant ressort des documents de cette enquête, c'est que la série où le chiffre de la mortalité est le plus faible est justement celle où le nombre des accidents de morsures est le plus élevé; les 97 cas de morsures constatées sur des enfants de 5 à 15 ans, n'ont été suivis d'accidents mortels que 26 fois, tandis que, dans les séries suivantes, la mortalité est de 12 sur 25, de 21 sur 34, de 17 sur 28; ou, en chiffres plus comparables, tandis que la mortalité est de 26, 77 pour 100 dans la série de 5 à 15 ans, elle s'élève à 48, à 61, à 60 pour 100, etc., etc., dans les séries suivantes.

» D'où cette conclusion, que si les enfants sont plus exposés aux morsures rabiques, il se pourrait qu'ils fussent moins prédisposés à contracter la rage, peut-être par le privilége de leur insouciance naturelle et conséquemment de leur parfaite quiétude morale.

» 8° Les morsures rabiques ont été infligées, dans le plus grand nombre des cas, par des chiens et surtout par des chiens mâles :

» Sur les 320 cas de morsures, dont il est question dans l'enquête, 284 ont été faites par des chiens mâles, 26 par des chiennes; 5 par des chats ou chattes et 5 par des loups ou louves.

» Il n'est parlé, dans ces documents, d'aucune morsure faite à l'homme par des herbivores.

» 9° Au point de vue des saisons, la statistique fournie par toutes les périodes de l'enquête donne les résultats suivants :

» Pour les trois mois du *printemps :* mars, avril, mai, 89 cas ; pour les trois mois de l'*été :* juin, juillet, août, 74 cas ; pour les trois mois de l'*automne :* septembre, octobre, novembre, 64 cas ; et pour les trois d'*hiver :* décembre, janvier, février, 75 cas.

» D'où il ressort : *a*. Qu'il n'y a pas eu une très-grande différence entre les saisons sous le rapport des chiffres des cas de rage ;

» *b*. Que la saison d'hiver est, à une unité près, équivalente, au point de vue du nombre des accidents rabiques, à la saison des grandes chaleurs;

» *c*. Que c'est au printemps que ces accidents ont été les plus nombreux et en automne le moins ;

» *d*. Et, en résultat dernier, que l'opinion qui amnistie l'hiver à l'endroit de la rage et incrimine l'été de préférence à toute autre saison n'est pas l'expression véritable des faits.

» Ce qui conduit à cette conclusion d'une importance supérieure, au point de vue de la police sanitaire et de la préservation individuelle, qu'en

tout temps et dans toutes les saisons, il faut se méfier de la rage et prendre, à l'égard du chien, des mesures de précaution identiques.

» Il faut, toutefois, faire observer que si la statistique actuelle fournit des chiffres presque égaux d'accidents rabiques pour les saisons des grandes chaleurs et pour celles des grands froids, il se pourrait que cette équivalence eût sa cause dans la plus grande rigueur avec laquelle les prescriptions de la police sanitaire sont observées en été, à l'égard des chiens, tandis qu'en hiver, elles sont à peu près lettre morte. Mais, quoi qu'il en puisse être de la valeur de cette interprétation, il demeure certain que la rage canine est une maladie de toutes les saisons et que, conséquemment, il faut toujours se tenir en garde contre ses atteintes possibles.

» 10° A l'égard de la durée de la période d'incubation, l'enquête donne des résultats d'une grande importance par eux-mêmes et par leur concordance avec ceux que les enquêtes antérieures ont déjà fait connaître.

» Sur les 129 cas où les morsures rabiques ont été suivies d'accidents mortels, la durée de la période d'incubation a été constatée 106 fois, et il ressort des faits que c'est pendant les soixante premiers jours consécutifs à la morsure que les manifestations de la rage ont été le plus nombreuses : 73 cas, sur les 106 où la période d'incubation a été constatée.

» Les 33 autres cas se dispersent sur les jours suivants : jusqu'au deux cent quarantième, c'est-à-dire embrassant une période de six mois exactement; mais ils deviennent graduellement de moins en moins nombreux, de telle sorte qu'au delà du centième jour les accidents rabiques ne se comptent plus que par les chiffres 1 et 2. Au sixième mois, il n'y en a plus qu'un cas.

» D'où cette conclusion, qu'après une morsure subie, les chances de ne pas contracter la rage augmentent considérablement, lorsque deux mois se sont écoulés sans qu'aucune manifestation rabique se soit produite, et qu'au delà du quatre-vingt-dixième jour, la grande somme des probabilités est en faveur de l'immunité complète.

» Sans doute que, passé cette époque, les menaces de la rage n'ont pas encore complétement disparu, et qu'il n'y a pas lieu d'être tout à fait rassuré pour les personnes qui ont subi des morsures virulentes; mais les perspectives de l'avenir deviennent de moins en moins sombres, et de plus grandes espérances sont permises aux victimes de ces morsures et aux personnes auxquelles elles sont chères.

» Dans les enquêtes antérieures, il a été établi que la durée de la période

d'incubation était d'autant plus courte que les sujets atteints par des morsures rabiques étaient moins avancés en âge.

» Les résultats fournis par l'enquête actuelle sont confirmatifs de ceux que les enquêtes précédentes ont déjà donnés. En comparant l'une à l'autre, les séries des périodes d'incubation, de 3 à 20 ans d'une part, et de 20 à 72 ans de l'autre, on trouve, pour la première, une période moyenne de 44 jours, et, pour la seconde, une période moyenne de 75 jours, différence sensible, et qui présente un grand intérêt au point de vue du pronostic des suites possibles des morsures rabiques dans la première période de la vie.

» 11° La durée de la maladie a été constatée dans 90 cas, de l'examen desquels il résulte que la mort est arrivée 74 fois dans le délai des quatre premiers jours, les plus gros chiffres de mortalité correspondant au deuxième et au troisième, et que la vie ne s'est prolongée que 16 fois au delà du quatrième jour.

» Cette fois, comme toujours, l'enquête établit que la mort a été la terminaison inévitée des accidents rabiques, et que les malheureux qui en ont été les victimes ont passé par d'épouvantables tortures morales et physiques, qui expliquent et justifient les terreurs que l'idée seule de la rage inspire partout aux populations dans tous les rangs de la société.

» 12° Les documents de l'enquête fournissent des indications pleines d'intérêt sur le plus ou moins de nocuité des morsures rabiques, suivant les régions où elles ont été faites.

» Si l'on compare entre elles les morsures, *occupant le même siége*, dont les unes ont eu des suites mortelles, tandis que les autres sont restées inoffensives au point de vue de la rage, on trouve que, sur les 32 cas où les blessures ont été faites au visage, elles ont été suivies d'accidents mortels 29 fois, et ne sont restées inoffensives que 3 fois seulement, ce qui, pour ces sortes de blessures, donne, d'après la statistique actuelle, une mortalité de 90 pour 100, tandis que leur innocuité ne serait que de 9 environ.

» Dans les 73 cas où les blessures virulentes ont été constatées sur les mains, la statistique démontre qu'elles ont été mortelles 46 fois et qu'elles sont restées inoffensives 27 fois : soit une mortalité de 63 pour 100 et une innocuité de 36 pour 100.

» Pour les blessures des membres supérieurs et inférieurs, comparées à celles du visage et des mains, les rapports sont inverses : les 28 blessures rabiques constatées aux membres supérieurs, les mains exceptées, ont été suivies d'accidents mortels 8 fois et sont restées inoffensives 20 fois; les 24 blessures constatées aux membres inférieurs ont été suivies d'accidents

mortels 7 fois et sont restées inoffensives 17 fois : soit une mortalité de 28 et de 29 pour 100, et une innocuité de 70 et de 71 pour 100.

» Enfin, pour les blessures du corps, généralement multiples, c'est le chiffre de la mortalité qui prédomine de nouveau : sur 19 blessures du corps, 12 ont été mortelles et 7 sont restées inoffensives.

» Ces faits, qui sont confirmatifs de ceux que les enquêtes antérieures ont déjà fournis, donnent de nouveau la démonstration que les blessures rabiques faites sur des parties découvertes, comme le visage et les mains, ouvrent à la contagion une voie plus sûre que celles qui ont leur siége sur les bras et sur les jambes, que, d'ordinaire, la dent de l'animal enragé ne peut atteindre qu'après avoir traversé un vêtement qui l'essuie et la dépouille de son humidité virulente.

» Il est vrai que les conséquences des morsures faites sur le corps semblent contredire cette proposition, mais il faut faire observer à cet égard que, généralement, ces blessures sont multiples, ce qui augmente les chances de l'inoculation ; que, parmi ces blessures, il en est qui ont leur siége sur des parties dénudées, comme le cou et la poitrine, et qu'enfin la plupart du temps, quand un homme est attaqué par un animal enragé, s'il est mordu sur le corps, il l'est aussi sur les mains, qui sont ses instruments naturels de défense.

» 13° Un grand intérêt se rattache aux renseignements que fournit l'enquête actuelle sur les moyens à l'aide desquels il est possible, je ne dirai pas de guérir la rage — ceux-là appartiennent encore au domaine de l'inconnu — mais bien de prévenir les terribles effets des inoculations rabiques.

» Il résulte des documents dont je présente l'analyse à l'Académie, qu'en définitive, c'est la cautérisation des morsures, et surtout la cautérisation au fer rouge, faite avec le plus d'énergie et dans le plus court délai possibles, après l'inoculation, qui s'est montrée, cette fois-ci comme toujours, la plus fidèle des ressources prophylactiques.

» Si l'on compare entre elles, au point de vue de leurs suites, les blessures rabiques qui ont été cautérisées et celles qui ne l'ont pas été, on constate, d'après les données de l'enquête actuelle, une différence considérable entre les unes et les autres, à l'égard de l'innocuité consécutive. De fait, sur 134 blessures cautérisées, l'innocuité se mesure par le chiffre 92, et la mortalité par le chiffre 42 ; c'est-à-dire par 68 pour 100 dans le premier cas et par 31 pour 100 dans le second.

» Pour les blessures non cautérisées, le résultat est inverse et bien plus

accusé. Sur 66 de ces blessures, la mortalité se mesure par le chiffre 56, ou 84 pour 100, et l'innocuité par le chiffre 10 seulement, ou 15 pour 100.

» Maintenant, il faut faire observer, à l'égard des blessures cautérisées, qu'il n'a pas été possible, faute de renseignements suffisants, d'établir entre elles une distinction d'après le degré de la cautérisation et le moment où elle leur a été appliquée : deux conditions desquelles dépend l'efficacité certaine ou l'inanité complète de ce moyen de préservation.

» Si ce départ eût pu être fait, il est permis d'affirmer que le chiffre des blessures cautérisées restées inoffensives aurait grossi considérablement, car la destruction par le feu des tissus souillés et même imprégnés de salive virulente prévient, on peut dire à coup sûr, les accidents rabiques, lorsqu'elle est faite à temps, c'est-à-dire avant l'absorption du liquide déposé dans la plaie.

» A ce dernier égard, il serait téméraire aujourd'hui de vouloir indiquer, avec une précision rigoureuse, dans quelles limites de temps cette absorption s'effectue; les données de l'expérimentation ne sont pas encore suffisantes pour qu'il soit possible de se prononcer en ces matières avec une connaissance complète de cause. Mais on peut dire, sans crainte de se tromper, qu'étant donnée une morsure virulente, on n'a jamais recours trop tôt à la cautérisation, par le fer rouge de préférence à tout autre, et qu'il vaut mieux s'en servir avec excès que d'une manière timorée.

» Mais si le feu est le meilleur des agents destructeurs des tissus sur lesquels a porté une dent virulente, cela ne veut pas dire qu'il faille l'employer à l'exclusion absolue des autres agents de cautérisation et qu'en dehors de lui il n'y ait pas de salut. Le but à atteindre est la destruction la plus rapide possible des tissus touchés ou déjà imprégnés par une salive virulente. Si, à défaut de feu, qu'on ne trouve pas toujours partout et immédiatement, de manière à pouvoir l'appliquer suivant le mode chirurgical, on avait sous la main un agent caustique, il faudrait l'employer sans délai et avec toute l'énergie que permet l'organisation des parties où la morsure a son siége, sauf à recourir ultérieurement au feu, lorsque le moment de pouvoir s'en servir serait venu.

» On ne saurait trop rappeler ces préceptes de prophylaxie, car les documents de l'enquête actuelle portent un trop grand nombre de témoignages des pratiques insuffisantes auxquelles bien souvent on se contente de recourir.

» Bien des fois, en effet, il est indiqué, dans les documents que j'analyse,

qu'on n'a fait usage, pour le traitement d'une morsure rabique, que de l'ammoniaque ou de l'alcool, ou du nitrate d'argent, ou simplement même d'un vinaigre quelconque, et que, cela fait, on s'est abstenu de toute autre application locale, les moyens employés étant considérés comme suffisants.

» Dans bon nombre de cas encore, il est établi que, faute de substances quelconques à appliquer sur une blessure faite par un animal enragé, on s'est abstenu de toute intervention immédiate jusqu'à ce que le cautère ou les agents caustiques aient pu être employés. Mais trop souvent, en pareil cas, un trop long délai s'est écoulé entre le moment de la morsure et celui de l'application du traitement qui reste inefficace pour avoir été trop tardif.

» Qu'y a-t-il donc à faire en pareille circonstance, c'est-à-dire lorsqu'on est loin de tous les secours et qu'on n'a sous la main aucun agent propre à détruire le liquide virulent qui peut avoir été introduit dans la plaie d'une morsure ?

» Dans ce cas encore il ne faut pas rester inactif, et l'on peut, par l'emploi de pratiques spéciales, parvenir soit à empêcher l'absorption du virus, soit tout au moins à la retarder.

» Le premier de ces moyens, qui peuvent être préservateurs si l'on sait y recourir à temps, est la succion immédiate de la plaie, que le blessé devrait toujours s'empresser de pratiquer lui-même, toutes les fois que cela lui serait possible, c'est-à-dire que la blessure aurait son siége dans une région à portée de sa bouche. Le sang qui s'écoule sous l'aspiration des lèvres, entraînant avec lui le liquide virulent qui déjà peut avoir pénétré dans les capillaires de la partie blessée, les chances de l'absorption de ce liquide se trouvent ainsi ou annulées, ou considérablement réduites. Sans doute que l'on peut objecter à cette pratique que l'absorption qui ne se fait pas dans la plaie peut s'effectuer dans la bouche, grâce à l'extrême finesse de la membrane qui la tapisse; mais ce danger peut être évité si, après chaque succion, le liquide aspiré est immédiatement rejeté. Du reste, il ne semble pas qu'en une telle occurrence, il y ait pour le blessé motif à aucune hésitation à l'égard du parti qu'il doit prendre, puisque, à coup sûr, les chances sont bien plus grandes de l'absorption d'un virus par la surface d'une plaie que par celle d'une muqueuse intacte.

» Mais si les chances sont bien faibles, dans les conditions qui viennent d'être spécifiées, de l'absorption par la bouche du virus rabique, je n'oserais dire cependant qu'elles sont tout à fait nulles, et, conséquemment, recommander la succion comme une pratique dont on peut affirmer l'in-

nocuité absolue. Je me borne donc à la signaler ici comme une ressource dont on peut toujours disposer, alors que tout autre fait actuellement défaut; comme un moyen possible d'éviter aux victimes des morsures rabiques les terribles dangers dont elles sont menacées, en laissant la responsabilité de leur dévouement à tous ceux qui, sous les inspirations de leurs passions affectueuses, croiront devoir recourir à la pratique de la succion pour le salut de l'un des leurs.

» Pour prévenir les redoutables effets des morsures rabiques, on peut aussi et il faut toujours recourir à l'expression des plaies, afin de les faire saigner le plus possible, et d'entraîner avec le sang la salive virulente qu'elles peuvent contenir. Si en même temps qu'on exprime les plaies, il est possible de les soumettre à un lavage continu, avec un liquide quel qu'il soit, ne fût-ce que de l'urine, il ne faut pas négliger l'emploi de ce moyen, qui peut être très-efficace. L'eau de Javel, si employée pour les usages domestiques, peut être en pareil cas d'un très-utile secours.

» Il sera bon aussi, en attendant qu'on puisse faire usage des agents destructeurs, feu ou caustiques, de soumettre les lèvres des plaies à une pression continue, de manière à effacer le calibre de leurs petits vaisseaux et à suspendre dans leurs tissus le courant sanguin, condition nécessaire de l'absorption.

» Toutes les fois que la disposition de la région permettra de l'étreindre par une ligature circulaire, on ne devra pas négliger d'employer ce moyen propre à suspendre la circulation locale, et à ralentir, si ce n'est même à empêcher, l'absorption dans les tissus blessés. Cette ligature ne devra être levée qu'après l'application des caustiques, et il sera même toujours d'une bonne précaution de la maintenir jusqu'à ce que, par l'emploi des ventouses scarifiées multiples, on ait pu faire évacuer la plus grande quantité possible du sang dont elle avait suspendu le cours dans les parties soumises à son étreinte.

» Tel est l'ensemble des mesures qu'il est nécessaire ou, tout au moins, très-utile d'employer pour prévenir ou diminuer les dangers que font courir les morsures virulentes aux personnes qui les ont subies.

» Maintenant, il est question dans l'enquête d'une foule de recettes, de remèdes secrets, de pratiques de différents ordres auxquels nombre de personnes ont eu recours pour se mettre à l'abri des menaces de la rage.

» Il est certain qu'aucun de ces moyens, plus vantés les uns que les autres, dans les localités respectives où la tradition les a conservés, n'a fait la preuve de son efficacité thérapeutique; mais y a-t-il lieu de les proscrire

d'une manière absolue, et y a-t-il vraiment avantage à le faire? On s'étonnera, sans doute, d'entendre poser cette question dans l'enceinte de l'Académie des Sciences; cependant elle mérite d'être examinée, et je demande à l'Académie la permission de la discuter un instant devant elle.

» La rage est une maladie incurable, jusqu'à présent tout au moins; une fois passée la période trop courte où l'on peut en détruire le germe sur place, dans la blessure où il a été introduit par la dent de l'animal enragé, la médecine reste impuissante; elle ne sait rien, elle ne peut rien pour conjurer le danger. Le malheureux qui se trouve en présence des menaces de la rage passe, pendant une longue période de jours et même de mois, par toutes les perplexités, par toutes les angoisses, par toutes les tortures morales du condamné à mort. Il a sans cesse devant les yeux comme un spectre implacable, fantôme encore aujourd'hui, mais demain réalité possible.

» Dans de pareilles conditions de son esprit, quel inconvénient y a-t-il à ce qu'il aille chercher, n'importe où, quelques motifs de ne pas tant désespérer, quelques moyens de retrouver un peu de calme et de repos? Qui peut dire que le rassérénement de son esprit, que sa confiance ou que sa foi ne seront pas pour lui, dans une certaine mesure, des moyens de salut? La statistique de cette enquête ne démontre-t-elle pas qu'à nombre égal de sujets, enfants et adultes, exposés à la rage par suite de morsures virulentes, cette maladie fait bien moins de victimes sur ceux-là que sur ceux-ci? Et ce résultat ne donne-t-il pas à penser que le moral pourrait bien avoir quelque influence sur les manifestations de cette maladie étrange?

» Et quand il n'en serait pas ainsi, n'est-ce donc rien que de donner quelque quiétude à ceux qui sont sous le coup de la rage, et de leur permettre de passer les jours qui leur sont comptés à l'abri des terribles soucis auxquels les perspectives de leur sombre avenir les livrent en proie? Il m'est arrivé quelquefois de faire prendre à des malheureux qui étaient victimes des terreurs de la rage, des breuvages innocents à titre de spécifiques infaillibles, et le souvenir que j'ai conservé de leur immense contentement m'a toujours affermi dans l'idée qu'en pareille matière, il n'était pas bon de détruire les illusions et les croyances : mieux vaudrait, au contraire, les faire naître. Mais il ne faut pas que ces moyens, qui constituent ce qu'on peut appeler le traitement moral de la rage, prennent jamais le pas sur ceux dont l'action matérielle est certainement efficace, lorsqu'on les emploie dans le temps convenable et qu'on sait s'en servir. Il ne faut

pas surtout que jamais les premiers se substituent à ceux-ci : là est le danger contre lequel il faut mettre en garde les populations. Mais une fois que la médecine a rempli son rôle, si les malades cherchent en dehors d'elle des ressources et des espérances qu'elle avoue être impuissante à leur donner, pourquoi les détromper? Pour ceux qui sont condamnés à périr du mal dont ils ont reçu le germe, est-ce que la désillusion ne viendra pas toujours assez tôt?

» La rage une fois déclarée, la mort est fatale, et quand on réfléchit aux terribles souffrances qui la précèdent, on ne peut s'empêcher d'exprimer le regret que la marche de la maladie ne soit pas plus rapide encore.

» Aucun remède n'étant connu, le mieux qu'il y ait à faire est de tâcher de diminuer les souffrances des malades et de les soustraire à leurs tortures morales par l'emploi continué des anesthésiques, sous toutes les formes et par toutes les voies. Puisqu'ils sont condamnés à mourir, c'est leur rendre le plus grand des services que de leur donner tout à la fois l'inconscience de leur état et l'insensibilité pour leurs souffrances.

» Il ne nous reste plus que quelques mots à dire sur les animaux qui ont été mordus par des chiens ou des loups enragés, pendant la période des six années de l'enquête.

» Ils appartiennent à toutes les espèces domestiques, et généralement on a fait abattre, immédiatement après la morsure reçue, tous ceux de ces animaux dont on pouvait réaliser la valeur actuelle, en livrant leurs chairs à la consommation alimentaire.

» Restent les chiens, desquels il est important surtout de s'occuper, car c'est par leur intermédiaire presque exclusivement que la rage s'entretient et se propage.

» Le chiffre des chiens mordus dont il est question dans l'enquête s'élève à 785; sur ce nombre, il est constaté que 527 ont été abattus.

» Des 258 qui restent, on ne connaît le sort que de 25 seulement, qui ont été séquestrés et dont 13 ont contracté la rage.

» Ces chiffres sont bien loin de donner la mesure exacte des animaux de l'espèce canine qui ont reçu des morsures virulentes. Ils expriment seulement le nombre des sujets de cette espèce sur lesquels les autorités locales ont reçu et donné des renseignements.

» Tels qu'ils sont cependant, ils ont une signification qu'il est important de faire ressortir.

» Établissons ce premier fait que, sur le nombre des chiens que l'on a constaté avoir été contaminés par une morsure rabique, il y en a près d'un

tiers, 29 pour 100, qui paraissent avoir échappé aux mesures sanitaires de la séquestration et de l'abatage, par suite de l'incurie probable, de l'ignorance ou de la trop grande complaisance des autorités chargées de faire appliquer ces mesures; par suite aussi de l'indifférence des populations menacées, qui devraient être les premières toujours, si elles comprenaient bien leurs intérêts, à réclamer l'application de ces mesures qu'on peut dire de salut public.

» Leur nécessité, trop mal comprise, se trouve démontrée par les faits qui viennent d'être rapportés. Sur les 25 chiens dont la séquestration a été constatée et l'histoire suivie, la moitié a contracté la rage. Admettons que le même fait se soit produit dans le groupe des 233 chiens restés libres malgré leur contamination : 116 ont donc dû devenir à leur tour les propagateurs de cette terrible maladie, et il n'y a rien d'exagéré à admettre que chacun d'eux a pu faire, dans son espèce, une dizaine de victimes, destinées à fournir, elles aussi, d'après les données précédentes, une nouvelle légion d'agents propagateurs; et successivement ainsi. En sorte que la rage de l'espèce canine s'entretient surtout par elle-même, et que son chiffre va croissant suivant une progression redoutable; tandis que si les autorités étaient vigilantes, si surtout les populations étaient plus soucieuses de leur propre conservation et savaient se protéger elles-mêmes, on pourrait arriver, sans de bien grandes difficultés, à réduire à des proportions relativement bien minimes les désastres causés par cette maladie et les irréparables malheurs qu'elle entraîne trop souvent lorsqu'elle s'attaque à l'homme.

» On ne saurait donc réclamer trop énergiquement l'application rigoureuse des mesures de police sanitaire contre les animaux de l'espèce canine contaminés par une morsure rabique ou seulement suspects de l'avoir reçue.

» En résumé, de toutes les données dont il vient d'être question dans cet exposé, deux surtout doivent être mises en relief, car elles expriment ce que les populations ont le plus d'intérêt à connaître, et ce dont il faudrait qu'elles fussent profondément pénétrées, à savoir :

» I. Qu'il est possible de prévenir les funestes conséquences des morsures rabiques, en ayant recours à la cautérisation par le feu dans le délai le plus court possible, après qu'elles ont été faites, et, à défaut de l'application immédiate du feu, en suivant les autres prescriptions préventives qui viennent d'être formulées;

» II. Qu'il est possible de diminuer, dans une très-grande mesure, les désastres et les malheurs causés par les morsures rabiques, en appliquant

avec une extrême rigueur contre les chiens reconnus contaminés, ou seulement suspects de l'être, la mesure sanitaire de la séquestration, prolongée pendant huit mois au moins, et de préférence celle de l'occision immédiate et sans merci. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur latente de la glace.* Note de **M. Jamin.**

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, dans sa dernière séance, les expériences exécutées par M. Amaury et moi sur la chaleur spécifique de l'eau; elles prouvent que cette chaleur spécifique augmente avec la température, suivant une loi de progression assez rapide, exprimée par la formule

$$(1)\qquad \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{1}{1 - 0{,}00110t} = 1 + 0{,}00110t + (0{,}00110t)^2,$$

de sorte que la quantité totale de chaleur Q nécessaire pour élever un kilogramme d'eau de zéro à t degrés est

$$(2)\qquad Q = t\left[1 + \frac{0{,}00110t}{2} + \frac{(0{,}00110t)^2}{3}\right].$$

Q augmente donc plus rapidement que t, et assez rapidement pour qu'il ne soit pas permis de négliger la quantité contenue dans la parenthèse.

» Depuis cette Communication, M. Fizeau voulut bien me faire remarquer que les mesures calorimétriques anciennes sont rapportées à l'eau dont elles supposent la capacité constante; comme elle est variable, ces mesures doivent subir une correction. Il m'engagea en particulier à rectifier, suivant la formule précédente, les expériences que Laplace et Lavoisier ont autrefois exécutées sur la chaleur latente de la glace. M. Fizeau espérait que les nombres corrigés de ces savants célèbres concorderaient avec ceux de MM. de la Provostaye et Desains et avec ceux de M. Regnault. Cette prévision était en effet fondée, comme on va le voir.

» On sait comment opérait Lavoisier : il prenait un poids P d'eau bouillante ou presque bouillante; soit T sa température. Il la versait dans son calorimètre à glace; elle y était ramenée à zéro, et, si l'on suppose que sa capacité soit constante et égale à l'unité, elle perdait PT. D'autre part elle fondait P′ de glace qui gagnait $P'\lambda$, et l'on avait

$$(3)\qquad \frac{P}{P'}T = \lambda.$$

» Lavoisier fit plusieurs expériences qu'il décrit à la page 303 du

deuxième volume (édition de M. Dumas), et il ajoute : « C'est en prenant » un milieu entre ces résultats et quelques autres semblables, que nous » avons fixé à 60 le nombre des degrés de chaleur que la glace absorbe » pour se réduire en eau ». Il s'agit ici de degrés Réaumur, et 60 R. équivaut à 75 degrés C. Cela veut dire, en résumé, que, dans la formule (3), où T est égal à 100 degrés, le nombre calculé $\frac{P}{P'}T$ s'est trouvé égal à 75. On prit le nombre 75 comme exprimant la chaleur latente de la glace.

» Ce résultat fut admis sans contestation par tous les physiciens qui s'en servirent pour déterminer par le calorimètre à glace la chaleur spécifique d'un grand nombre de corps. Aussi, en 1843, MM. de la Provostaye et Desains excitèrent une certaine émotion en annonçant que le nombre 75 est inexact et doit être remplacé par 79,25. M. Regnault prit la peine de vérifier les mesures de ces physiciens. On adopta 79,25, on renonça à la méthode de fusion de la glace, et on accusa d'inexactitude Laplace et Lavoisier.

» Ce jugement n'est point fondé. Les expériences de Laplace et Lavoisier sont exactes, c'est l'interprétation qu'ils en ont donnée qui est à reprendre. Ils avaient admis que la chaleur spécifique est constante et égale à l'unité, tandis qu'elle augmente avec la température; ils avaient supposé qu'en se refroidissant de T à zéro un poids P d'eau perd PT. Nous savons maintenant, par la formule (2), qu'il perd

$$PT\left[1+\frac{0,00110T}{2}+\frac{(0,00110T)^2}{3}\right].$$

» C'est cette quantité qui fond un poids P' de glace, qui est égale à $P'\lambda$, et qu'il faut mettre dans la formule (3), à la place de Pt; on a

$$PT\left[1+\frac{0,00110T}{2}+\frac{(0,00110T)^2}{3}\right]=P'\lambda,$$

et comme, d'après l'expérience, $\frac{PT}{P'}$ était égal à 75,

$$\lambda=75\left[1+\frac{0,00110T}{2}+\frac{(0,00110T)^2}{3}\right].$$

On voit que λ doit être augmenté, et en faisant le calcul on trouve

$$\lambda=79,4.$$

» Ainsi corrigée, la valeur de λ est très-voisine de celle qu'ont obtenue les physiciens que j'ai cités. Même elle est un peu plus grande; cela tient à

ce que les dernières expériences elles-mêmes ont à subir une correction analogue, heureusement moins grave. Voici comment elles ont été faites.

» On mettait dans un calorimètre un poids P d'eau à t, entre 20 et 30 degrés; on y laissait tomber un poids P' de glace, l'eau baissait jusqu'à t'. La chaleur nécessaire pour élever cette eau, depuis zéro jusqu'à t ou t', est Q ou Q'. Suivant la formule, on a

$$Q = Pt\left[1 + \frac{0,00110t}{2} + \frac{(0,00110t)^2}{3}\right],$$
$$Q' = Pt'\left[1 + \frac{0,00110t'}{2} + \frac{(0,00110t')^2}{3}\right].$$

La différence représente la chaleur cédée à la glace. Or celle-ci s'est fondue; elle a absorbé P'λ, puis elle s'est échauffée jusqu'à t'; elle a gagné en tout

$$Q'' = P'\lambda + P't'\left[1 + \frac{0,00110t'}{2} + \frac{(0,00110t')^2}{3}\right];$$

et en égalant la perte au gain

$$\lambda = \frac{Pt}{P'}\left[1 + \frac{0,00110t}{2} + \frac{(0,00110t)^2}{3}\right]$$
$$- \left(\frac{P}{P'} + 1\right) t'\left[1 + \frac{0,00110t'}{2} + \frac{(0,00110t)^2}{3}\right].$$

La formule qui a servi jusqu'à présent pour trouver λ supposait que les termes entre les parenthèses sont nuls; elle était

$$\lambda = \frac{Pt}{P'} - \left(\frac{P}{P'} + 1\right) t'.$$

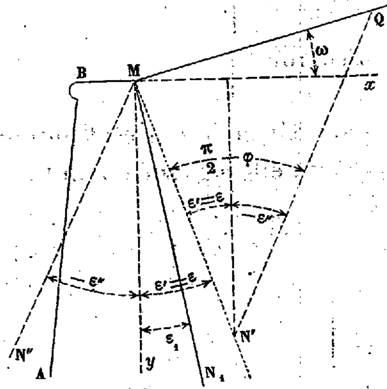
Mais comme t et t' sont très-peu différents, les termes de correction sont peu considérables. J'ai fait le calcul pour la sixième expérience de M. Regnault (*Annales de Chimie et de Physique*, 3[e] série, t. VIII, p. 27). Cette expérience donnait pour λ la valeur 79,06; après correction λ devient 79,37. C'est absolument la valeur de Lavoisier. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherche d'une deuxième approximation dans le calcul rationnel de la poussée exercée, contre un mur dont la face postérieure a une inclinaison quelconque, par des terres non cohérentes dont la surface supérieure s'élève en un talus plan quelconque à partir du haut de cette face du mur; par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« On trouve, au *Compte rendu* de ce jour (1), un article de M. Boussinesq contenant le résultat d'une intégration d'équation linéaire aux différences

(1) *Voir* à la *Correspondance*, p. 751.

partielles du second ordre, faite pour certaines conditions définies d'un genre nouveau, afin de répondre à un appel que j'ai cru utile d'adresser aux lecteurs du même Recueil dans une Note du 7-14 février (*). Mon but était, en provoquant ainsi leurs recherches, d'étendre beaucoup l'application de la théorie rationnelle de l'équilibre-limite ainsi que de la poussée des masses de terre, due à l'heureuse initiative de M. l'ingénieur Levy, qui, dans un Mémoire approuvé par l'Académie (**), a donné pour le problème général de cet équilibre une équation aux différences partielles du second ordre non linéaire, intégrable exactement dans les seuls cas d'un massif N_1MQ terminé en haut par un plan MQ dont l'inclinaison ω sur l'horizontale Mx ait une relation déterminée avec celle ε_1, sur la verticale My, de la face MN_1 du mur $ABMN_1$ destiné à soutenir ce massif d'une terre dont φ, plus grand que ω, est l'angle de talus naturel ou de terre coulante.



» Je conseillais, pour les cas où cette relation [(b′) ci-dessous] n'a pas lieu, d'employer toujours, comme approximation, des formules fournies par la théorie nouvelle; mais de rechercher une approximation plus grande au moyen de l'addition d'inconnues auxiliaires dont on négligerait les termes du second degré; ce qui revient à substituer dans l'équation de condition d'équilibre-limite de M. Levy [(3) du 7 février]

$$4T^2 + (N_2 - N_1)^2 - (N_2 + N_1)^2 \sin^2\varphi = 0,$$

aux composantes normales N_1, N_2 et à la composante tangentielle T de pression sur l'unité superficielle de faces intérieures perpendiculaires aux x et aux y, les expressions

$$(a')\quad \left\{\begin{array}{l} N_1 = \Pi\left(p\sigma^2\cos\omega + \dfrac{d^2\psi'}{dy^2}\right),\quad N_2 = \Pi\left(p\,\dfrac{1+\sigma^2\sin^2\omega}{\cos\omega} + \dfrac{d^2\psi'}{dx^2}\right),\\ T = -\Pi\left(p\sigma^2\sin\omega + \dfrac{d^2\psi'}{dx\,dy}\right),\\ \text{où}\ \ p = x\sin\omega + y\cos\omega,\quad \sigma = \dfrac{\cos\omega}{\cos\varphi} - \sqrt{\dfrac{\cos^2\omega}{\cos^2\varphi} - 1}, \end{array}\right.$$

(*) T. LXX, p. 229 et surtout 285.

(**) T. LXX, p. 217, 7 février 1870.

et à effacer les carrés et produits des trois dérivées secondes de l'inconnue ψ', ce qui fournit l'équation du second ordre linéaire (a) de la Note de M. Boussinesq; équation dont il vient de donner la solution de manière à remplir les conditions imposées, qui sont que ces trois dérivées s'annulent aux points de MQ et que, sur ceux de MN_1, on ait $-\tang\varphi$ pour le rapport de la composante tangentielle $\mathfrak{T}$ à la composante normale $\mathfrak{N}$ de la pression sur cette face du mur.

» Voici ce qui résulte de l'analyse du savant professeur, ainsi que de la discussion aussi rigoureuse que délicate à laquelle il s'est livré et qui permet de s'en tenir à l'intégrale sous forme finie sans recourir aux formules transcendantes de fonctions discontinues :

» 1° L'on a $\psi' = 0$ quand l'angle $\varepsilon_1 = y MN_1$ de la face MN_1 du mur est justement égal à $\varepsilon = y MN'$ supposé satisfaire à

$$(b') \quad \cos(2\varepsilon + \varphi - \omega) = \frac{\sin\omega}{\sin\varphi}, \quad \text{d'où} \quad \sin(2\varepsilon + \varphi - \omega) = \frac{\sqrt{\cos^2\omega - \cos^2\varphi}}{\sin\varphi};$$

ce qu'on savait déjà, car les expressions (a') sans les termes en ψ' donnent, alors, d'après le Mémoire de M. Levy et la Note du 7-14 février, la solution rigoureuse du problème. Ce sont elles, aussi, qui fournissent ce que la même Note présente comme une *première approximation* de la solution quand la condition $\varepsilon_1 = \varepsilon$ n'est point remplie.

» 2° Lorsque $\varepsilon_1 > \varepsilon$, c'est-à-dire lorsque la face postérieure MN_1 du mur tombe à droite de MN' ou est comprise dans l'angle QMN', le problème de la détermination de ψ', dont dépend la *seconde approximation* cherchée, *n'a pas de solution*, en sorte que, quelque petit que soit l'excès de ε_1 sur ε, les composantes de pression N_1, N_2, T ne sont pas susceptibles d'être représentées par des expressions telles que (a') : ce qui prouverait qu'alors le massif, quand l'équilibre serait dans le cas de se rompre par un commencement de renversement du mur, ne se désagrégerait pas à la fois dans toutes ses parties, ou que quelque portion vers le haut se mouvrait d'abord en bloc. Alors on est obligé de s'en tenir aux expressions (a') sans les termes en ψ', c'est-à-dire à la première approximation (*voir* la Note du 14 février).

» 3° Lorsque $\varepsilon_1 < \varepsilon$, c'est-à-dire que, comme sur la figure, la face MN_1 du mur fait avec la verticale My un angle moindre que celui $\varepsilon = y NM'$ que détermine la relation (b') entre ε et ω, l'intégration donne

$$(c') \qquad \psi' = f(x - y \tang\varepsilon) + f_1\left[x - y \tang\left(\varphi + \varepsilon - \frac{\pi}{2}\right)\right],$$

f et f_1 étant deux fonctions dont la seconde, f_1, a sa dérivée seconde f_1'' nulle pour tous les points du massif, en sorte que, quelque valeur que du reste on lui attribue, elle ne donne rien dans les trois dérivées secondes de ψ' figurant aux expressions (a') des inconnues; et dont la première, f, est telle, qu'on ait pour sa dérivée du second ordre

$$(d')\quad f'' = \begin{cases} 0 \text{ pour } x - y\,\text{tang}\,\varepsilon > 0, & \text{c'est-à-dire pour les points situés dans l'angle N'MQ;} \\ A(x - y\,\text{tang}\,\varepsilon) \text{ pour } x - y\,\text{tang}\,\varepsilon < 0, & \text{c'est-à-dire pour les points situés dans le petit angle N'MN}_1\text{;} \end{cases}$$

où A est déterminé par l'expression

$$(e')\quad A = \frac{2\sin\varphi\cos^3\varepsilon\cos(\omega - \varepsilon_1)}{\cos(\varphi - \varepsilon + \varepsilon_1)\left(\cos\omega + \sqrt{\cos^2\omega - \cos^2\varphi}\right)} = 2\sigma\frac{\sin\varphi}{\cos\varphi}\frac{\cos^3\varepsilon\cos(\omega - \varepsilon_1)}{\cos(\varphi - \varepsilon + \varepsilon_1)}\ (*).$$

» Il y a, comme on voit, discontinuité; non pas que f'' change aucunement de grandeur quand on passe d'un côté à l'autre de la droite MN', mais parce que sa loi change. On pourrait, par la formule de Fourier, en

---

(*) M. Boussinesq est arrivé aux expressions (b'), ou (h) de sa Note, en tirant σ^2 de l'équation $\cos 2\varepsilon - \sin^2\varphi = \sigma^2[\cos 2(\varepsilon - \omega) + \sin^2\varphi]$ qui vient de la substitution de $f(x - y\,\text{tang}\,\varepsilon)$ à ψ' dans l'équation différentielle indéfinie (a), et en en déduisant le rapport $\frac{1-\sigma^2}{1+\sigma^2}$ qu'il faut égaler à $\frac{1}{\cos\omega}\sqrt{\cos^2\omega - \cos^2\varphi}$; ce qui donne d'abord $\cos(2\varepsilon - \omega)$ d'où $\sin(2\varepsilon - \omega)$, et, par suite, $\cos(2\varepsilon + \varphi - \omega)$.

C'est par un artifice semblable qu'on évite d'interminables calculs, lorsqu'on traite l'équation de condition définie (c) de sa Note, relative aux points du mur. En substituant, aux trois dérivées secondes de ψ', respectivement f'', $\text{tang}^2\varepsilon . f''$, $-\text{tang}\,\varepsilon\, f''$, avec

$$f'' = A(x - y\,\text{tang}\,\varepsilon) = -A\frac{\sin(\varepsilon - \varepsilon_1)}{\cos\varepsilon\cos\varepsilon_1}y,$$

on a d'abord

$$-A\frac{\cos(\varphi - \varepsilon + \varepsilon_1)\cos\omega\sin^2(\varepsilon - \varepsilon_1)}{\cos^3\varepsilon\cos(\omega - \varepsilon_1)} = \sin\varepsilon\cos(\varphi + \varepsilon_1) - \sigma^2\cos(\omega - \varepsilon_1)\sin(\varphi - \omega + \varepsilon_1),$$

d'où l'on tire, pour $\frac{1-\sigma^2}{1+\sigma^2} = \frac{1}{\cos\omega}\sqrt{\cos^2\omega - \cos^2\varphi}$, une expression qui se simplifie en remplaçant le cosinus et le sinus de $2\varepsilon_1 + \varphi - \omega$ par ceux de la différence de $2\varepsilon + \varphi - \omega$ et $\varepsilon - \varepsilon_1$; car ceux de $2\varepsilon + \varphi - \omega$ sont connus par (b'). D'où l'on déduit, sans avoir besoin de négliger aucun terme de l'ordre de $\varepsilon - \varepsilon_1$ ou de son carré, l'expression (e') de la constante A.

C'est encore en dégageant le rapport de $1 - \sigma^2$ à $1 + \sigma^2$ et en faisant des réductions, à un

construire une expression applicable à tout le massif, mais cela serait inutile.

» On voit aussi qu'alors, ε_1 étant supposé, du reste, toujours différer peu de ε, l'on a pour N_1, N_2, T les expressions (b') sans les termes correctifs en ψ', ou celles (10) de la Note du 14 février, dans toute la partie N'MQ du massif, c'est-à-dire qu'on y a *les mêmes pressions intérieures que si la face du mur était sur la ligne* MN', ou que si la petite partie N'MN$_1$ était de la maçonnerie.

» Et, aux points du massif de terre qui occupe cette petite partie N'MN$_1$, l'on a

$$(f')\quad \left\{\begin{aligned} N_1 &= \Pi[p\sigma^2\cos\omega - A(y\,\text{tang}\,\varepsilon - x)\,\text{tang}^2\varepsilon],\\ N_2 &= \Pi\left[p\frac{1+\sigma^2\sin^2\omega}{\cos\omega} - A(y\,\text{tang}\,\varepsilon - x)\right],\\ T &= -\Pi[p\sigma^2\sin\omega + A(y\,\text{tang}\,\varepsilon - x)\,\text{tang}\,\varepsilon];\end{aligned}\right.$$

c'est-à-dire les mêmes expressions de N_1, N_2, T dont nous venons de parler, pour même distance normale p à la ligne de talus supérieur, moins trois quantités proportionnelles aux distances horizontales $y\,\text{tang}\,\varepsilon - x$ de ces mêmes points à la ligne MN', dont l'angle avec la verticale est ε déterminé par (b').

» On a les composantes N_1, N_2, T relatives aux points de la face MN$_1$ du mur, en y faisant $x = y\,\text{tang}\,\varepsilon_1$, d'où, en appelant

$$(g')\qquad L = \frac{\varphi}{\cos\varepsilon_1}$$

la profondeur MN$_1$, mesurée sur le mur, à laquelle est placé un point N_1 de sa face,

$$(h')\quad \left\{\begin{aligned} y\,\text{tang}\,\varepsilon - x &= \frac{L\sin(\varepsilon-\varepsilon_1)}{\cos\varepsilon},\\ p = x\sin\omega + y\cos\omega &= L\cos(\omega-\varepsilon_1);\end{aligned}\right.$$

---

seul terme, de sommes et de différences de sinus, que l'on démontre simplement les mêmes relations (b') envisagées comme condition que le rapport de $-\mathfrak{T}$ à $\mathfrak{N}$ soit tangφ, ou que MN' soit une *face de glissement;* et, aussi, qu'on arrive facilement à prouver que la pression résultante $\mathfrak{R}$ sur cette face est exprimée par $\Pi p\sigma$; et puis que $\sigma = \dfrac{\cos(\varphi+\varepsilon)}{\cos(\omega-\varepsilon)}$, ce qui fournit l'expression (14) $\mathfrak{R} = \Pi L\cos(\varphi+\varepsilon)$ de la Note du 7 février, obtenue d'abord par M. Levy, à la suite d'une longue analyse.

Les calculs seraient encore plus simples, en prenant, comme on a fait d'abord à la Note du 7 février, des coordonnées x', y' respectivement parallèles et perpendiculaires au talus supérieur MQ.

l'on obtient

$$(i')\quad\begin{cases}\dfrac{N_2+N_1}{2}=\dfrac{\Pi L}{2}\left[\dfrac{1+\sigma^2}{\cos\omega}\cos(\omega-\varepsilon_1)-\dfrac{A\sin(\varepsilon-\varepsilon_1)}{\cos^3\varepsilon}\right],\\ \dfrac{N_2-N_1}{2}=\dfrac{\Pi L}{2}\left[\dfrac{1-\sigma^2\cos2\omega}{\cos\omega}\cos(\omega-\varepsilon_1)-\dfrac{A\sin(\varepsilon-\varepsilon_1)}{\cos^3\varepsilon}\cos2\varepsilon\right],\\ T=-\dfrac{\Pi L}{2}\left[\dfrac{\sigma^2\sin2\omega}{\cos\omega}\cos(\omega-\varepsilon_1)+\dfrac{A\sin(\varepsilon-\varepsilon_1)}{\cos^3\varepsilon}\sin2\varepsilon\right].\end{cases}$$

» Substituant dans les formules de changement de plan de pression [(4) du 7 février]

$$\mathfrak{N}=\frac{N_2+N_1}{2}-\frac{N_2-N_1}{2}\cos2\varepsilon_1-T\sin2\varepsilon_1,$$

$$\mathfrak{T}=-\frac{N_2-N_1}{2}\sin2\varepsilon_1+T\cos2\varepsilon_1,$$

on a, pour la composante normale et pour la composante tangentielle, que nous appellerons respectivement $\mathfrak{N}''$ et $\mathfrak{T}''$, de la poussée exercée au point N_1 sur l'unité superficielle de la face MN_1 du mur, en mettant pour A sa valeur (e'):

$$(j')\quad\begin{cases}\mathfrak{N}''=\dfrac{\Pi L}{2}\left\{\dfrac{\cos(\omega-\varepsilon_1)}{\cos\omega}\left[2\sin^2\varepsilon_1+2\sigma^2\cos^2(\omega-\varepsilon_1)\right]\right.\\ \qquad\left.-4\sigma\dfrac{\sin\varphi\cos(\omega-\varepsilon_1)}{\cos\varphi\cos(\varphi-\varepsilon+\varepsilon_1)}\sin^2(\varepsilon-\varepsilon_1)\right\},\\ \mathfrak{T}''=-\dfrac{\Pi L}{2}\left\{\dfrac{\cos(\omega-\varepsilon_1)}{\cos\omega}\left[\sin2\varepsilon_1+\sigma^2\sin2(\omega-\varepsilon_1)\right]\right.\\ \qquad\left.+4\sigma\dfrac{\sin\varphi\cos(\omega-\varepsilon_1)\cos(\varepsilon-\varepsilon_1)}{\cos\varphi\cos(\varphi-\varepsilon+\varepsilon_1)}\sin^2(\varepsilon-\varepsilon_1)\right\}\ (*).\end{cases}$$

» Si l'on ne conserve que les premières parties de (j') entre accolades, l'on a les expressions (11) de la Note du 7-14 février, avec ε_1 non égal à ε, c'est-à-dire *les formules de première approximation*, dont les valeurs se calculent plus facilement et par logarithmes au moyen de celles (15) que

(*) Par un calcul encore fondé sur

$$\frac{1-\sigma^2}{1+\sigma^2}=\frac{1}{\cos\omega}\sqrt{\cos^2\omega-\cos^2\varphi}=\tang\omega\tang(2\varepsilon+\varphi-\omega)$$

et sur

$$\sigma=\cos\varphi\frac{1+\sigma^2}{2\cos\omega},$$

on peut vérifier que le rapport de ces deux expressions (j') de $\mathfrak{T}''$ et $\mathfrak{N}''$ se réduit à $-\tang\varphi$.

M. Levy a ultérieurement établies, et qui ont fourni les chiffres du tableau que cette même Note contient.

» Les secondes parties entre accolades donnent respectivement ce qu'il faut retrancher de la composante normale et ajouter à la valeur absolue de la composante tangentielle pour avoir la *deuxième approximation*.

» On voit que cette diminution à $\mathfrak{N}$ et cette augmention à $-\mathfrak{C}$ sont respectivement de l'ordre du cube et de l'ordre du carré du sinus de l'angle $\varepsilon - \varepsilon_1 = \mathrm{N'MN_1}$.

» Ce sont des corrections négligeables si cet angle est très-petit, et même (comme je m'en suis assuré), s'il va jusqu'à 7 degrés pour $\mathfrak{C}$, et jusqu'à 12 degrés pour $\mathfrak{N}$ dans l'hypothèse $\varphi = 45$ degrés. Les deux surfaces courbes considérées au n° 9 de la même Note (14 février, p. 285), dont les ordonnées respectives sont les poussées réelles et les poussées de première approximation, doivent, ainsi, se toucher et non se couper suivant la courbe dont la projection sur le plan des abscisses ω et ε_1 est la courbe plane *adb* de la figure qu'on y a tracée.

» Comme les suppressions de carrés et de produits des dérivées de ψ', qui ont rendu linéaire l'équation différentielle indéfinie (a) de la Note de M. Boussinesq, sont fondées sur la supposition que ε_1 diffère fort peu de ε tiré de (13) ou (b') $\cos(2\varepsilon + \varphi - \omega) = \frac{\sin\omega}{\sin\varphi}$, il est entendu que les formules (j') ne sont point applicables lorsque la différence entre ces deux angles est grande, lorsque, par exemple, elle s'élève à 10 degrés pour la première et à 15 degrés pour la seconde, surtout quand ω est peu considérable: rien ne dit alors qu'elles donnent des valeurs plus approchées des composantes $\mathfrak{N}$ et $\mathfrak{C}$ de la poussée que celles de première approximation, ou qu'elles soient plus exactes avec les seconds termes entre accolades qu'en se tenant aux premiers seuls.

» Par exemple, dans le cas le plus examiné par Coulomb et par Prony, où le terre-plein est horizontal, c'est-à-dire où

$$(k')\quad \left\{\begin{array}{l} \omega = 0, \quad \text{d'où} \quad \sigma = \dfrac{\cos\varphi}{1+\sin\varphi} = \operatorname{tang}\left(\dfrac{\pi}{4} - \dfrac{\varphi}{2}\right), \\ \varepsilon = \dfrac{\pi}{4} - \dfrac{\varphi}{2}, \quad \cos^2\varepsilon = \dfrac{1+\sin\varphi}{2}, \quad \sin^2\varepsilon = \dfrac{1-\sin\varphi}{2}, \\ \sigma^2 = \dfrac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}, \quad \dfrac{\sin\varepsilon}{\cos(\varphi-\varepsilon)} = \dfrac{1}{1+2\sin\varphi}, \end{array}\right.$$

et où, en même temps, la face du mur est verticale, en sorte que

$$(l')\qquad \varepsilon_1 = 0, \quad \mathrm{L} = p = y, \quad \varepsilon - \varepsilon_1 = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2};$$

les formules de première approximation du 7 février, ou celles (f'), (j'), réduites aux premiers termes entre crochets ou accolades, donnent

$$(m')\quad \mathfrak{N} = \mathrm{N}_1 = \Pi y \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} = \Pi y \operatorname{tang}^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right),\quad \mathrm{N}_2 = \Pi y,\quad \mathrm{T} = \varpi = 0;$$

et les formules complètes (f'), (j') donneraient

$$(n')\quad \begin{cases} \mathfrak{N} = \mathrm{N}_1 = \Pi y \operatorname{tang}^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)\left(1-\frac{\sin\varphi}{1+2\sin\varphi}\right) = \Pi y \frac{1-\sin\varphi}{1+2\sin\varphi}, \\ \mathrm{N}_2 = \Pi y\left(1-\frac{\sin\varphi}{1+2\sin\varphi}\right) = \Pi y \frac{1+\sin\varphi}{1+2\sin\varphi}, \\ \varpi = \mathrm{T} = -\Pi y \frac{\sin\varphi}{1+2\sin\varphi} \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right) = -\Pi y \frac{1-\sin\varphi}{1+2\sin\varphi}\operatorname{tang}\varphi. \end{cases}$$

» Le rapport de $-\varpi$ à $\mathfrak{N}$ est $\operatorname{tang}\varphi$, comme cela doit être d'après la condition à remplir sur la face du mur.

» Malgré la différence assez grande $\varepsilon - \varepsilon_1 = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} = 22^\circ \frac{1}{2}$ si φ est 45 degrés, et $= 27$ degrés si φ est 36 degrés, il est possible que les formules (n') donnent encore des valeurs plus approchées des vraies poussées $\mathfrak{N}$, ϖ que les formules (m'). Mais elles procurent *moins de sûreté*, puisque, d'après ce qu'on a dit à la Note du 14 février, l'on donne au mur des dimensions plus fortes quand on compte sur une poussée normale $\mathfrak{N}$ plus considérable, et sur un frottement ϖ plus faible. Même, ce n'est pas la moindre utilité des considérations des calculs ci-dessus, de prouver analytiquement ce que la Note du 7-14 février montrait par un raisonnement ne portant guère que sur ϖ, que les expressions des composantes $\mathfrak{N}$, ϖ de première approximation ne font erreur (quand elles ne sont pas tout à fait exactes) que dans un sens favorable à la stabilité de la construction à élever.

» Je pense donc, soit qu'on ait peu ou beaucoup pour la différence $\varepsilon - \varepsilon_1$ ou pour l'excès, sur l'inclinaison du mur, de celle qu'il devrait avoir pour rendre exactes les formules de première approximation, que ce qu'il y aura généralement de mieux à faire sera de s'en tenir à celles-ci, qui, au reste, comme on a dit, seraient toujours et tout à fait exactes si l'angle du frottement des terres contre le mur avait, au lieu de la valeur φ, les valeurs moindres φ_1; valeurs qu'on a spécifiées pour quelques cas (dans la supposition $\varphi = 45$ degrés) au tableau de chiffres du 14 février déjà cité (*). »

(*) Je reçois aujourd'hui l'envoi d'un Mémoire *On the Stability of loose Earth*, lu par M. Macquorn Rankine à la Société Royale en juin 1856 (imprimé aux *Philosophical Trans-*

MÉTÉOROLOGIE. — **M. Ch. Sainte-Claire Deville**, en présentant à l'Académie le Bulletin de l'Observatoire de Montsouris pour le mois de mars, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le *Bulletin* quotidien de l'Observatoire météorologique central de Montsouris, pour le mois de mars dernier.

» Parmi les progrès qui ont pu y être réalisés, je signalerai d'abord la publication d'un *Supplément hebdomadaire* consacré à l'histoire naturelle, agricole et médicale, pour la rédaction duquel je me suis assuré la collaboration d'un jeune médecin très-distingué, ancien interne des hôpitaux, M. Amédée Tardieu. Grâce aux nombreux correspondants qui s'empressent autour de notre institution naissante, nous pourrons, j'espère, présenter chaque semaine un tableau exact et nécessairement très-résumé des progrès de la végétation, des faits relatifs à l'hygiène, à l'état sanitaire de l'homme et des animaux domestiques, des migrations périodiques des animaux voyageurs, enfin de toutes les circonstances qui pourraient affecter les intérêts de l'agriculture et ceux de la navigation. Parmi les savants dont nous avons obtenu, en cette occasion, l'approbation et le concours, je citerai seulement nos confrères, MM. Naudin et Bouley, et l'illustre météorologiste américain, commodore Maury. Nous n'oublions pas, d'ailleurs, que nous avons été, depuis longtemps, précédé dans cette voie par le savant Secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Bruxelles, M. Quetelet, dont

---

actions), et dont je n'avais aucune connaissance non plus que M. Levy. L'illustre professeur de Glascow était arrivé en grande partie aux mêmes résultats que l'ingénieur français, ainsi qu'à quelques autres, d'une forme remarquable; et il proposait d'autres vues analytiques, d'un ordre transcendant, pour des recherches ultérieures plus avancées. Quant aux applications à l'évaluation de la poussée contre un mur, il donne une solution revenant à ce que les formules de la Note du 7 février fournissent en supposant que l'angle du frottement de la terre contre la maçonnerie est egal à l'angle ω du talus supérieur du massif; et il conseille, quand la face du mur est inclinée, de joindre fictivement au mur, comme s'il y était invariablement uni, un prisme ou coin de terre terminé postérieurement par une face verticale. Cela peut suffire ordinairement pour la pratique; mais je crois que la solution générale que nous avons appelée de *première approximation*, appliquée à ε_1 quelconque et tel qu'il est (et qui coïncide avec celle de M. Rankine si $\varepsilon_1 = 0$), doit donner un résultat plus près de l'exactitude, qu'elle atteint, avons-nous dit, toutes les fois que ε_1 a la valeur appelée ε, correspondante à celle ω de l'angle du talus. M. Brankine a reproduit sa théorie à son savant et utile *A Manual of applied Mechanics*, publié à Londres en 1861.

les belles recherches *sur les phénomènes périodiques* sont connues et appréciées de tous les météorologistes.

» En second lieu, et grâce à l'intervention de M. Segris, Ministre de l'Instruction publique, dont la bienveillante protection ne nous a jamais fait défaut, un fil télégraphique a été mis à notre disposition, et nous pouvons donner chaque jour : 1° les observations faites à 7 heures du matin, dans les six postes sémaphoriques réorganisés, à notre demande et après une entente préalable avec M. Robert H. Scott, par les ordres de M. le Ministre de la Marine; 2° les avis et avertissements qui nous sont adressés, le même jour, par le *Meteorological Office*, à $11^h 15^m$ du matin, et qui résument l'état météorologique général du nord de l'Europe.

» Pour la réalisation de ce second progrès, auquel nous attachions bien naturellement le plus grand intérêt, je suis heureux de pouvoir consigner ici l'expression toute particulière de ma reconnaissance à M. le vicomte de Vougy, Directeur général des lignes télégraphiques, qui, dans le seul but d'être utile à la science, nous a fourni, avec le plus bienveillant empressement, tous les moyens de recevoir rapidement les dépêches françaises et étrangères.

» Enfin, la nouvelle administration préfectorale, qui s'est montrée aussi empressée à nous aider que celle qui l'avait précédée, a voulu faire terminer entièrement toute la partie des constructions de Montsouris qui est nécessaire à nos travaux, et, avant peu de jours, à côté de l'anémomètre de Robinson, rendu télégraphiquement enregistreur par M. Hervé Mangon, fonctionnera le thermomètre électrique de notre savant confrère M. Becquerel (1).

» Je ne voudrais pas oublier un savant professeur, bien connu de l'Académie, M. Alexis Perrey, qui a voulu que son inappréciable collection *géoséismique*, recueillie par lui, depuis trente ans, au prix de tant de soins et d'efforts, fût déposée dans notre Bibliothèque, où elle figure depuis plusieurs mois.

» C'est grâce à tous ces encouragements, à ces secours venus de tous les points, grâce aussi au zèle désintéressé de son jeune personnel (2), que notre établissement, si riche d'avenir, a pu faire fructifier la modeste subvention que nous ont accordée, sur leur trop mince budget, les trois

(1) Déjà nous possédons l'élégant baromètre enregistreur de M. Bréguet, et ce savant et habile constructeur s'occupe en ce moment, à notre demande, d'en multiplier les indications.

(2) Je me fais un devoir de citer ici MM. Hudault, Brieu et Guénaire, qui, dès le début,

Ministres qui viennent de se succéder au Département de l'Instruction publique, en attendant que le Corps législatif lui fournisse, avant peu, un budget normal, déjà voté unanimement par le Conseil d'État. »

BOTANIQUE. — *Remarques relatives à une Communication précédente de* M. Ramon de la Sagra, *sur une anomalie d'une tige de palmier; par* **M. Guyon.**

« Le *Compte rendu* de la séance du 21 mars dernier contient une Lettre de M. Ramon de la Sagra signalant, à l'île de Cuba, la subdivision d'un palmier en neuf branches, et celle d'un autre en trois seulement. L'un et l'autre appartiennent à l'*Oredaxa regia*.

» L'anomalie signalée par M. Ramon de la Sagra se voit aussi chez le dattier. Ainsi, lors de mon premier voyage à Oran, en 1835, il existait, au milieu de la ville, un fort beau dattier qui, à une assez grande élévation du sol, se divisait en plusieurs branches ou stipes, à peu près de mêmes hauteur et diamètre (1). J'en possédais un dessin colorié, dont j'ai disposé en faveur de feu de Mirbel, qui s'occupait d'une manière particulière, comme on sait, de l'étude des Monocotylédones. Ce dessin pourrait se retrouver parmi les travaux qu'il a laissés. Un autre exemple de la subdivision du dattier se voyait, en 1839, aux eaux thermales de Salah-Bey, route de Constantine à Milah. Celle-ci consistait dans une simple bifurcation, commençant à un mètre environ au-dessus du sol. Elle a été vue, en l'année précitée, de tout le Corps expéditionnaire des Portes-de-Fer. Du reste, la subdivision, simple ou multiple, du stipe du dattier peut s'observer aisément dans les oasis de l'Algérie : il n'en est peut-être pas une qui n'en offre des exemples. »

---

ont été attachés à des services divers et d'importance différente, et M. Marc, ancien élève de l'École des Mines. Mais je dois une mention toute spéciale à l'un de mes collaborateurs, météorologiste éminent, M. Renou. Sa grande expérience des instruments et des observations m'a été du plus grand secours, et, par les missions qu'a bien voulu lui confier, à ma demande, M. Duruy, Ministre de l'Instruction publique, il a déjà pu introduire ou confirmer les bonnes méthodes d'observation dans un grand nombre d'observatoires publics ou privés de la France, et établir ainsi un premier lien entre eux et le Bureau météorologique central de Montsouris.

(1) Il existait encore il n'y a que peu d'années.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Le maître de Descartes; ses théories.* Note de M. Jouglet.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Il existe dans la Bibliothèque de la ville de Tours un manuscrit encore inconnu, qui a une importance considérable; il a pour titre: *In universam logicam moralemque philosophiam commentarius authore celeberrimo professore Grandillonio;* 1619 est la date de l'ouvrage. Ce manuscrit a été écrit à la Flèche, où Grandillonius était professeur en 1619; après le nom de l'auteur on trouve quatre mots: *ex convictu regio Flexensi.*

» Grandillonius a été le maître de Descartes, qui, comme tout le monde sait, fit ses études à la Flèche. Or, on n'ignore point que Descartes faisait un cas tout particulier de l'école de la Flèche; par suite, le nom de Grandillonius doit entrer dans l'histoire de l'esprit humain.

» Le professeur de Descartes était un esprit fort sérieux, fort indépendant; toutefois il n'avait pas rompu extérieurement, officiellement, avec les traditions de la scolastique. Sa Compagnie avait adopté les doctrines de Suarez, tacticien manœuvrant habilement dans l'intérêt de son ordre : Grandillonius ne s'y était pas enchaîné; il demeure étranger à cette préoccupation constante de Suarez, qui cherche à marier le thomisme et le scotisme. Suarez, en effet, en présence du flot montant de la révolution intellectuelle qu'inaugura la Renaissance, avait entrepris de lui opposer la digue factice d'une sorte de fusion entre les deux écoles rivales du thomisme et du scotisme. Cependant Grandillonius a, comme tous les hommes de sa Compagnie, un tempérament éclectique : on reconnaît un thomiste qui incline au système d'Ockam. Peut-être quelques théories de Descartes sont-elles explicables par cette particularité.

» Le manuscrit de Grandillonius est très-curieux ; il serait désirable qu'on le publiât, et qu'en même temps on recherchât s'il n'existe pas d'autres ouvrages du même philosophe. Jusqu'ici, on ne connaissait pas le nom du maître de philosophie de Descartes; désormais, je crois qu'on peut, avec une grande probabilité, attribuer à Grandillonius l'honneur d'avoir formé le plus illustre des penseurs.

» On n'a pas encore déterminé exactement l'année où Descartes quitta l'établissement de la Flèche; d'après les uns, cette sortie remonte à l'an-

née 1612, d'autres la fixent à 1616; la première date est moins probable que la seconde, car en 1612 Descartes n'avait guère plus de quinze ans. »

CHIMIE. — *Existence du sélénium dans le cuivre du commerce;* *par* **M. Ch. Violette.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« La méthode que j'emploie pour séparer le sélénium qui peut exister dans le cuivre du commerce consiste à oxyder d'abord le métal dans un four à moufle, puis à chauffer au rouge, pendant plusieurs heures, l'oxyde formé dans un courant d'air sec et pur. Pour peu que le cuivre contienne de sélénium, on voit, au bout de quelque temps, se former un anneau blanc à la sortie du tube, près de la grille; cet anneau offre les caractères suivants :

» Il est volatil, cristallin, formé d'un amas de cristaux transparents, allongés, homogènes. Ces cristaux sont très-hygrométriques, ils se liquéfient rapidement à l'air et sont entièrement solubles dans l'eau. Leur solution ne bleuit point par l'ammoniaque, ce qui exclut de leur constitution tout composé du cuivre; elle précipite abondamment par le nitrate d'argent, mais le précipité, très-peu soluble dans l'eau, se dissout entièrement dans l'acide nitrique en excès, en donnant une solution parfaitement limpide.

» Avec les agents réducteurs, tels que l'hydrogène à chaud, ou l'acide sulfureux gazeux, humide, à la température ordinaire, l'anneau blanc se transforme en un anneau rouge, volatil sans résidu, et entièrement soluble dans l'acide sulfurique fumant, qu'il colore en vert. L'eau précipite en rouge cette solution. Avec l'hydrogène sulfuré, on obtient un anneau brun-rouge, entièrement volatil, et donnant un anneau présentant des nuances orangé-rouge du plus vif éclat.

» Cette matière rouge offre donc tous les caractères du sélénium, et l'anneau blanc ceux de l'acide sélénieux.

» Cette méthode permet de déceler et de doser le sélénium dans les cuivres du commerce, et, par suite, de déterminer les gisements de cet élément si rare. Peut-être pourra-t-elle s'appliquer à la recherche du sélénium dans les métaux que l'industrie extrait de leurs sulfures. C'est ce que je me propose d'examiner.

» Le métal sur lequel j'ai opéré était originaire du Chili, suivant toutes probabilités. Je me propose de soumettre à la même épreuve les cuivres de

diverses provenances, lorsque j'aurai pu me procurer des échantillons d'origine certaine. Aussi, comme c'est là une question qui intéresse la minéralogie, je demanderai à l'Académie la permission de profiter de la publicité de ses *Comptes rendus* pour prier les directeurs des principales usines de cuivre de m'adresser, à la Faculté des Sciences de Lille, des échantillons de provenance certaine, dans le but de rechercher s'ils renferment du sélénium. »

CHIMIE. — *Cause de l'acidité de l'eau des analyses organiques; par* M. Ch. Viollette.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Les chimistes savent que l'eau qui se produit dans les analyses organiques, pour lesquelles on emploie l'oxyde de cuivre comme agent combinant, présente fréquemment, si ce n'est toujours, une réaction acide. La cause de cette acidité, inexpliquée jusqu'ici, peut être due à de l'acide sélénieux qui existerait dans le cuivre servant aux analyses; l'acide sélénieux serait entraîné par le courant d'air ou d'oxygène que l'on fait passer sur la colonne d'oxyde de cuivre, à la fin de l'opération. J'ai constaté le fait pour l'oxyde de cuivre dont je me sers, préparé avec du cuivre originaire du Chili, soustrait, pendant sa préparation, à toutes les vapeurs acides qui se dégagent fréquemment dans les laboratoires.

» M. H. Sainte-Claire Deville m'ayant fait remarquer qu'on attribuait généralement l'acidité de l'eau des analyses à l'acide chlorhydrique provenant du chlore que l'oxyde de cuivre des laboratoires contient toujours, je repris mes essais avec l'oxyde du métal du Chili, préparé comme d'ordinaire, sans recourir aux précautions que j'avais primitivement employées.

» J'ai constaté qu'effectivement l'eau de réduction de cet oxyde contenait à la fois de l'acide chlorhydrique et de l'acide sélénieux. L'acide sélénieux vient, comme on le sait, du sélénium que contenait le cuivre employé; quant à l'acide chlorhydrique, j'attribue sa présence aux vapeurs de cet acide qui existent fréquemment dans les atmosphères de nos laboratoires, et qui viennent se fixer sur l'oxyde de cuivre, pendant les opérations si longues de sa préparation par grillage.

» Si la cause de l'*acidité* de l'eau des analyses organiques était celle que j'indique, il en résulterait que le sélénium serait plus répandu qu'on n'aurait pu le supposer jusqu'ici dans les divers gisements du cuivre. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Réduction de l'acide carbonique en acide formique;*
par **M. E. Royer.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Dans une Note présentée à l'Académie le 27 décembre 1869, j'annonçais la réduction, par le courant intra-pilaire et l'hydrogène, de l'acide oxalique en acide formique. Par suite des idées qui président au travail que j'ai entrepris sur la génération par réduction des acides organiques, il était nécessaire de rechercher si l'acide carbonique lui-même ne pourrait pas, sous l'influence de la pile, se prêter à une réduction analogue à celle qu'éprouve l'acide oxalique.

» J'ai opéré en faisant passer dans de l'eau pure, placée dans le vase poreux de la pile de Grove ou de Bunsen, un courant continu d'acide carbonique gazeux, le zinc étant ou non amalgamé.

» Dans toutes les expériences que j'ai faites, expériences dont la durée a varié, pour chaque élément de pile, de cinq à vingt jours, j'ai constamment trouvé de l'acide formique dans le vase poreux et dans le compartiment extérieur. Les quantités de cet acide, produites dans chaque pile de dimensions moyennes, mais variées, ont été assez grandes pour permettre de le caractériser par la réduction de ses sels d'argent et de mercure, par la décomposition (deux expériences) de ses sels alcalins en oxyde de carbone pur, et d'en obtenir, à l'état de liberté et de concentration suffisante, des échantillons dont les poids varient suivant la grandeur de la pile et surtout suivant la durée de l'expérience.

» Bien que, sous l'influence du courant intra-pilaire l'acide oxalique se transforme, comme je l'ai annoncé, en acide formique, j'avais tout d'abord pensé que la réduction de l'acide carbonique s'arrêterait à l'acide formique, par une simple addition d'hydrogène. Mais la chose ne paraît pas se passer ainsi. A quelque moment que j'aie essayé les liqueurs soumises à l'électrolyte, je n'y ai jamais trouvé d'acide oxalique. La réduction de l'acide carbonique en acide formique s'est donc produite d'emblée, sans passer, au moins d'une manière apparente, par la réduction intermédiaire de l'acide carbonique en acide oxalique. Cependant, pour se prononcer avec plus de probabilité sur la manière dont s'accomplit la réduction, il faudrait analyser les gaz qui se dégagent du vase poreux. C'est ce que je me propose de faire.

» Quoi qu'il en soit, ce qui ressort nettement des six expériences que j'ai faites, c'est que, sous l'influence du courant intra-pilaire et de l'hydro-

gène, l'acide carbonique gazeux se réduit en acide formique. Il y a donc création d'une matière organique (1) au moyen d'une substance essentiellement minérale.

» J'ajoute, ce qu'il était facile de prévoir, que les quantités d'acide formique produites dans un temps donné sont, toutes choses égales d'ailleurs, plus considérables avec du zinc non amalgamé qu'avec du zinc amalgamé, pourvu qu'on ait soin de raviver de temps en temps la pile, en versant un peu d'acide sulfurique étendu dans le compartiment extérieur.

» Il y a tout lieu de croire qu'on obtient les mêmes résultats en remplaçant la solution carbonique du vase poreux par du bicarbonate de soude ou de potasse; mais pour l'affirmer, il est indispensable de faire des expériences plus nombreuses. »

BALISTIQUE. — *Appareil de démonstration des phénomènes du tir des projectiles oblongs lancés par les canons rayés.* Mémoire de **M. MARTIN DE BRETTES**, présenté par M. Phillips. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, Delaunay, Phillips.)

« J'ai montré, dans un Mémoire adressé à l'Académie des Sciences et au Comité d'Artillerie, en 1861, puis en 1866, dans un ouvrage que j'ai publié sous le titre : *Théorie générale des mouvements relatifs des axes de figure et de rotation des projectiles oblongs lancés par les canons rayés, et de leur dérivation dans l'air*, ouvrage dont j'ai eu l'honneur de faire hommage à l'Académie, que les projectiles oblongs, lancés par les canons rayés en hélice, prennent toujours deux mouvements particuliers et corrélatifs, savoir :

» 1° Un mouvement relatif, parfaitement déterminé, autour de leur centre de gravité;

» 2° Un mouvement de dérivation latérale, dont le sens est celui du mouvement relatif des axes de figure.

---

(1) Il convient, sans affaiblir le mérite de l'observation de M. Royer, de rappeler toutefois que le mot *organique* est appliqué dans deux sens absolument différents, lorsqu'il s'agit des espèces chimiques. L'acide formique et la plupart des produits similaires, sont de véritables substances minérales qu'on appelle *organiques*, seulement parce qu'elles ont été produites d'abord par les êtres organisés et qu'elles se sont rencontrées dans leurs organes. Mais, de tels produits réputés *organiques*, à cause de leur origine, n'ont rien de commun avec les matériaux vraiment *organiques* par leur nature et par leur rôle; avec ceux qui constituent la cellule, par exemple, ou les éléments des tissus vivants ou ayant participé à la vie.

(*Le Secrétaire perpétuel.*)

» Le mouvement relatif de l'axe du projectile autour du centre de gravité, sous les angles usuels de tir, engendre un cône sensiblement circulaire autour d'une droite horizontale qui passe par le centre de gravité du projectile et est parallèle au plan de tir. Le sens de ce mouvement relatif est celui de la rotation initiale autour de l'axe de figure, lorsque la résistance de l'air tend à ouvrir l'angle de ce cône : ce cas se présente pour les projectiles en usage. Le sens des mouvements relatif et de rotation autour de l'axe seraient de sens contraire, si la résistance de l'air tendait à réduire l'ouverture du cône relatif.

» Rigoureusement, la base du cône décrite par la pointe du projectile est légèrement ondulée, à cause de la non-coïncidence des axes de figure et de rotation. Mais la distance angulaire de ces deux axes est pratiquement très-petite, et serait nulle si les projectiles étaient bien centrés.

» Les amplitudes de ces ondulations, analogues à celles qui résultent de la non-coïncidence des axes de figure et de rotation de la terre, s'écartent donc très-peu de la courbe qui forme la base du cône moyen décrit par l'axe du projectile, cône dont la considération suffit pour mettre en évidence et démontrer la loi générale qui régit le mouvement relatif des projectiles oblongs autour de leur centre de gravité, et celui de leur dérivation.

» Le problème de mécanique à résoudre, pour rendre ces phénomènes manifestes, était donc le suivant. Suspendre un projectile oblong de manière qu'il puisse : recevoir un mouvement très-rapide de rotation autour de son axe de figure; prendre librement un mouvement relatif autour de son centre de gravité, et un mouvement latéral perpendiculaire au plan de tir, sous l'action d'un courant d'air de grande vitesse qui agirait sensiblement comme dans le tir pratique. La réalisation de ce problème présentait de grandes difficultés, qui ont été heureusement surmontées par M. Hardy, l'habile constructeur d'appareils de précision.

» L'appareil définitivement adopté et construit se compose essentiellement des parties suivantes :

» 1° Un long pendule dont la lentille est composée du projectile oblong et de son système de suspension analogue à celui du gyroscope de Foucault (1);

---

(1) Le centre de gravité du pendule est sensiblement sur l'axe de suspension, afin que le projectile qui forme la lentille puisse se déplacer latéralement comme un corps libre.

» 2° Une buse mobile et son mécanisme destiné à donner une direction convenable au courant d'air qui agit sur le projectile;

» 3° Un ventilateur quadruple (système Perrigault), qui donne presque immédiatement un courant d'air animé d'une vitesse de 90 à 100 mètres;

» 4° Un appareil enregistreur du mouvement de dérivation du projectile.

Expériences faites avec l'appareil.

» 1. *Démonstration du mouvement relatif du projectile.* — On donne au projectile un mouvement de rotation très-rapide autour de son axe de figure, puis on le dirige de manière que cet axe soit incliné de quelques degrés au-dessus de l'horizon, et situé dans un plan vertical perpendiculaire à celui de l'oscillation du pendule.

» On fixe ce dernier pour que le centre de gravité du projectile soit immobile, et l'on dirige le courant d'air de manière qu'il tende à augmenter l'angle de l'axe de figure avec l'horizontale qui passe par le centre de gravité et est perpendiculaire au plan d'oscillation.

» On voit alors l'axe du projectile prendre un mouvement relatif autour du centre de gravité, et décrire, dans le sens de la rotation initiale, un cône sensiblement circulaire autour de l'horizontale précédente.

» Si l'on faisait agir le courant d'air de manière à réduire l'angle de l'axe du projectile avec cette horizontale, ce qui aurait lieu s'il agissait en arrière du centre de gravité du projectile, le mouvement relatif de ce dernier serait alors de sens contraire à celui de la rotation initiale.

» Ces phénomènes sont conformes à la théorie et à l'observation des circonstances du tir.

» 2. *Démonstration du mouvement de dérivation.* — Le projectile étant disposé comme pour les expériences précédentes, si l'on donne au pendule la liberté d'osciller ou de prendre un mouvement perpendiculaire au plan de tir, et si le courant d'air agit en avant du centre de gravité, l'observateur voit :

» 1° L'axe du projectile prendre un mouvement relatif dans le même sens que la rotation initiale;

» 2° Le projectile dériver du côté du plan de tir où se trouve la première demi-nappe du cône relatif décrit par l'axe de figure;

» 3° Le projectile s'arrêter un peu après la génération de cette demi-nappe, puis rétrograder, pendant que l'axe de figure décrit la seconde moitié, mais sans revenir dans le plan de tir.

» Ces phénomènes sont conformes à la théorie et à l'observation des faits, car la dérivation n'est jamais nulle.

» Si l'air agissait en arrière du centre de gravité, la dérivation aurait encore lieu du côté du plan de tir où se trouve la première demi-nappe du cône relatif; mais le sens serait contraire à celui de la rotation initiale autour de l'axe de figure.

» Dans le tir sous les très-grands angles, de 80 degrés par exemple, la dérivation des projectiles est de sens contraire à celle qui a lieu sous les petits angles. Ce résultat de l'expérience a été considéré comme une anomalie inexplicable. Mais la théorie, l'observation des circonstances du tir, et les expériences avec l'appareil de démonstration, montrent que cette anomalie n'est qu'apparente, et que l'explication de ce phénomène ne présente aucune difficulté. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur la ventilation par l'air comprimé; purification et rafraîchissement de l'air nouveau; désinfection de l'air vicié.* Note de **M. Piarron de Montdesir**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Morin, Andral, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud.)

« Depuis quelque temps, des questions de ventilation sont soumises à l'Académie, et ses *Comptes rendus* attestent le vif intérêt qu'elle prend à tout ce qui touche à ce sujet si important au point de vue humanitaire. Son attention est appelée, en ce moment, sur une question spéciale : la désinfection de l'air vicié provenant des salles des hôpitaux des grandes villes et rejeté dans l'atmosphère par les cheminées de ventilation. M. Wœstyn propose un moyen radical : c'est de brûler cet air, afin d'en faire disparaître jusqu'aux moindres traces des ferments morbides et peut-être contagieux.

» Si la torréfaction est continue, elle occasionnera une dépense énorme. Si l'on se borne à une torréfaction intermittente des poussières organiques interceptées à leur passage dans des cadres filtrants garnis d'ouate de coton ou d'amiante, on opposera ainsi à l'évacuation de l'air vicié une très-grande résistance, qui se traduira par une augmentation considérable de sa force motrice.

» Ce problème de la désinfection de l'air vicié et le problème non moins intéressant, au point de vue hygiénique, de la purification et du rafraîchissement de l'air nouveau peuvent être résolus d'une manière simple, pratique

et économique quand on emploie, comme moteurs de la ventilation, des jets d'air comprimé entraînant par réaction de grandes quantités d'air à la pression extérieure.

» En ce qui concerne l'air nouveau, l'expérience a déjà parlé. Le Rapport du Jury international de l'Exposition de 1867 constate que, pendant les journées de grande chaleur, l'air nouveau propulsé par des jets d'air comprimé à travers les grilles en bois de la partie centrale du Palais du Champ de Mars, arrivait dans le Palais débarrassé de ses poussières et notablement rafraîchi. Les chiffres suivants, extraits de ce Rapport, donnent la mesure de ce rafraîchissement :

Température de la prise d'air dans le parc..............	34°
Température dans la grande galerie des machines, soumise uniquement au jeu de la ventilation naturelle..........	31,04
Température dans les parties de la galerie du vêtement, où agissait la ventilation artificielle....................	27,63

» Au grand établissement de la Belle-Jardinière, primitivement ventilé par le système de l'appel et ventilé aujourd'hui par des jets d'air comprimé, l'air nouveau est également purifié, et entretient, pendant les grandes chaleurs, dans ce bâtiment vitré et exposé au midi, une fraîcheur remarquable.

» Cette sorte de préparation de l'air nouveau est obtenue par l'addition d'un tout petit jet d'eau, au centre du jet d'air comprimé moteur. L'eau est littéralement pulvérisée par l'air comprimé; les poussières de l'air entraîné sont précipitées dans la bâche qui recueille le trop-plein du jet d'eau; et, par suite du mélange intime de l'eau pulvérisée et de l'air entraîné, celui-ci subit immédiatement un abaissement de température d'autant plus grand que l'air extérieur est lui-même plus échauffé. J'ai constaté que de l'air nouveau, pris sur la voie publique à 32 degrés, sortait à 19 degrés des grilles du rez-de-chaussée de la Belle-Jardinière.

» En ce qui concerne maintenant l'air vicié de nos hôpitaux, un jet d'air comprimé moteur étant installé à la base de chaque cheminée de ventilation, ainsi que cela est projeté pour le grand hôpital maritime de Cherbourg, il suffirait de remplacer l'eau par un liquide désinfectant, pour obtenir un mélange mécanique semblable à celui que je viens de décrire pour l'air nouveau.

» Les poussières organiques de l'air vicié seraient probablement précipitées, comme le sont les poussières de l'air nouveau, et seraient recueillies dans la bâche de trop-plein. D'autre part, le mélange intime de la vapeur

désinfectante et de l'air vicié entraîné dans la cheminée garantit un assainissement de cet air aussi complet que possible.

» Je n'ai aucune expérience à invoquer ici à l'appui de l'efficacité de ce mode de désinfection; je ne puis l'apprécier d'avance que par analogie avec les résultats constatés pour l'air nouveau avec les jets d'eau pulvérisée. Mais un essai serait facile à faire sur un pavillon d'hôpital. »

M. **Montanier**, à propos des idées récemment émises par *M. Wœstyn* sur l'utilité qu'il y aurait à brûler les miasmes extraits des salles d'hôpitaux, rappelle qu'il a indiqué lui-même, au mois d'octobre 1864, la nécessité de cette combustion, et un moyen de la réaliser. Voici le passage qui vient à l'appui de cette assertion:

« On a donc eu parfaitement raison de chercher, par tous les moyens d'aération, non pas à empêcher la production des miasmes, mais à les emporter à proportion qu'ils se forment, de manière à les rendre aussi peu nuisibles que possible aux malades. Mais on ne s'est jamais occupé, que nous sachions, de mettre à l'abri de cette même influence les habitations voisines, et, en cela, on a éu tort. *Il faut, quand on le peut, garantir les populations saines environnantes, tout aussi bien que les malades.* Ces miasmes, en se répandant, soit dans le voisinage, soit même assez loin (ce qui doit arriver par les temps couverts), portent souvent avec eux des germes de maladies. Un grand nombre d'affections contagieuses, dites *spontanées*, ne reconnaissent peut-être pas une autre cause....

» Il serait facile, selon nous, d'obvier, en très-grande partie, à ce grave inconvénient. Avec le système de ventilation artificielle, l'air vicié est reporté dans l'atmosphère, au-dessus des toits, par des canaux appropriés. *On pourrait réunir ensemble tous les canaux d'un même pavillon, et faire traverser à l'air corrompu un foyer incandescent, suffisant pour brûler tous les miasmes....*

» Nous pensons qu'il serait également facile de brûler tous les miasmes qui s'échapperaient par les tuyaux des cheminées. »

(Renvoi à la Commission précédemment indiquée.)

M. C. **de Freycinet** adresse, pour le concours des Arts insalubres, un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient de publier sous le titre « Traité d'assainissement industriel ». Cet ouvrage renferme un grand nombre de faits qui n'avaient pas été signalés dans les Communications antérieures de l'auteur, et il est conçu d'après un plan tout différent.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Maumené** adresse une nouvelle Note portant pour titre « Théorie générale de l'action chimique. Nécessité de son emploi pour éviter l'erreur ».

Cette Note est relative à un travail publié récemment par MM. Friedel et Crafts, sur le silicium-éthyle.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Blanqui adresse les plans et la description de l'instrument qu'il avait déjà manifesté l'intention de soumettre au jugement de l'Académie, pour la résolution des triangles sphériques sans le secours des Tables de logarithmes. Cet envoi est accompagné du manuscrit d'un Traité de trigonométrie sphérique, en rapport avec la théorie de l'instrument.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. H. Jacquart adresse, pour le concours de l'un des prix Montyon, un Mémoire sur la valeur de l'os épactal, comme caractère de race en Anthropologie. Ce Mémoire, qui est imprimé, est accompagné d'un résumé manuscrit destiné à faciliter l'examen de la Commission.

(Renvoi à la Commission des prix de Physiologie.)

M. Nigra transmet à l'Académie, au nom de l'auteur *M. A. Issel*, un ouvrage imprimé en italien et ayant pour titre « Malacologia del mar Rosso ». Cet ouvrage est destiné au concours du prix Savigny.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Causeries scientifiques, 9e année (1869) de *M. H. de Parville;*

Des Études sur la betterave à sucre, par *M. Mehay;*

Un Mémoire sur les Ascobolés, par *M. E. Boudier;*

La question des égouts à Reims, par *M. Brébant;*

Une brochure de *M. Rézard de Wouves*, sur les causes de l'abandon et de la mortalité des nouveau-nés et les moyens de les restreindre.

M. le Maréchal Vaillant transmet à l'Académie une brochure de *M. L. Crivelli* sur la régénération des vers à soie, et signale particulié-

rement les résultats obtenus par l'auteur dans l'éducation de l'année 1869. Une éducation qui a porté sur 160 onces de graines choisies n'a pas fourni moins de 50 kilogrammes de cocons par once.

ASTRONOMIE. — *Sur l'existence d'une loi de répartition analogue à la loi de Bode (ou de Titius), pour chacun des systèmes de satellites de Jupiter, de Saturne et d'Uranus.* Lettre de **M. G. Oltramare** à M. Delaunay.

« Permettez-moi de mettre sous vos yeux une formule d'interpolation qui relie, d'une manière remarquable, les distances des satellites à leurs planètes respectives, formule analogue à celle qui est établie par la loi de Titius.

» Les valeurs numériques calculées, comparées avec les valeurs données par l'observation, paraissent si bien appropriées à la détermination de ces distances, que cette formule pourrait, dans certains cas, aider à reconnaître la présence de quelques-uns de ces corps; de plus, elle tend à faire admettre une cause agissante, jusqu'ici inconnue, qui a déterminé la position des satellites autour de leur centre d'attraction, et qui est semblable à celle qui pourrait avoir présidé à la distribution des planètes autour du Soleil.

» Vous pourrez aisément reconnaître, en examinant le tableau que je vous soumets, que la distance de chaque satellite à sa planète est donnée par la formule générale

$$a + b\,k^n,$$

dans laquelle nous devons admettre

Pour Jupiter.......	$a = 1$	$b = 1$	$k = 1{,}715$
» Saturne.......	$a = 0{,}41797$	$b = \frac{5}{3}a = 0{,}6966$	$k = 1{,}3263$
» Uranus.......	$a = -49{,}25$	$b = \frac{5}{6}(-a) = 59$	$k = 1{,}04$

Satellites de Jupiter.

Distance observée.	Formule.	Distance calculée.	Erreur.
absent	$1 + (1{,}715)^1 =$	2,715	»
Id.	$1 + (1{,}715)^2 =$	3,940	»
6,049	$1 + (1{,}715)^3 =$	6,044	$-0{,}001$
9,623	$1 + (1{,}715)^4 =$	9,651	$+0{,}003$
15,350	$1 + (1{,}715)^5 =$	15,836	$+0{,}032$
26,998	$1 + (1{,}715)^6 =$	26,444	$-0{,}020$
absent	$1 + (1{,}715)^7 =$	44,636	»

» Les quatre satellites sont compris dans la formule en faisant successivement $n = 3, 4, 5, 6$; les erreurs en élongation ne dépassent pas 0,032.

Satellites de Saturne.

Distance observée d'après Arago.	Distance observée d'après l'Annuaire.	Formule.	Distance calculée.	Erreur d'après Arago.	Erreur d'après l'Annuaire.
	absent	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{1} =$	1,14	»	»
	Id.	$0{,}41797 + 0{,}6969(1{,}3263)^{2} =$	1,64	»	»
	Id.	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{3} =$	2,04	»	»
	Id.	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{4} =$	2,57	»	»
3,36	3,35	$0{,}41797 + 0{,}6969(1{,}3263)^{5} =$	3,28	−0,023	−0,022
4,31	4,30	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{6} =$	4,21	−0,023	−0,021
5,34	5,28	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{7} =$	5,45	+0,021	+0,031
6,84	6,82	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{8} =$	7,09	+0,036	+0,039
9,55	9,52	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{9} =$	9,27	−0,030	−0,027
	absent	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{10} =$	12,15	»	»
	Id.	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{11} =$	15,98	»	»
22,14	22,08	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{12} =$	21,06	−0,048	−0,046
28,00	26,78	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{13} =$	27,79	−0,007	+0,037
	absent	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{14} =$	36,71	»	»
	Id.	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{15} =$	48,57	»	»
64,36	64,36	$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{16} =$	64,28	−0,001	−0,001
		$0{,}41797 + 0{,}6966(1{,}3263)^{17} =$	85,12	»	»

» Les huit satellites de Saturne sont compris dans la formule, en faisant successivement $n = 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 16$; les erreurs en élongation ne dépassent pas 0,048, d'après Arago, et 0,046, d'après l'Annuaire.

Satellites d'Uranus.

Distance observée.	Formule.	Distance calculée.	Erreurs.	
7,44	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{0} =$	9,750	+0,321	Existence douteuse.
10,37	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{1} =$	12,110	+0,175	Existence douteuse.
13,12	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{2} =$	14,554	+0,110	Aperçu par deux astronomes.
17,01	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{3} =$	17,117	+0,006	
19,85	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{4} =$	19,771	+0,004	
22,75	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{5} =$	22,532	−0,009	
absent	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{6} =$	25,404	»	
Id.	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{7} =$	28,390	»	
Id.	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{8} =$	31,495	»	
Id.	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{9} =$	34,725	»	
Id.	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{10} =$	38,084	»	
Id.	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{11} =$	41,578	»	
45,51	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{12} =$	45,211	−0,006	
absent	$-49{,}25 + 59(1{,}04)^{13} =$	48,985	»	

Distance observée.	Formule.	Distance calculée.	Erreurs.
absent	$-49,25+59(1,04)^{14}=$	52,919	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{15}=$	57,006	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{16}=$	61,253	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{17}=$	65,676	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{18}=$	70,273	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{19}=$	75,054	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{20}=$	80,026	»
Id.	$-49,25+59(1,04)^{21}=$	85,197	»
91,01	$-49,25+59(1,04)^{22}=$	90,575	$-0,004$
absent	$-49,25+59(1,04)^{23}=$	96,168	»

» Les distances des deux premiers satellites sont complétement en défaut, mais peut-on raisonnablement admettre l'existence de ces satellites, et en l'admettant, ne peut-il pas y avoir erreur dans les mesures observées; le troisième satellite paraît bien exister, et c'est pour ce satellite, entrevu par MM. Lessell et Otto Struve, que l'on trouve l'erreur la plus grande.

» Quant aux autres satellites, il est remarquable de voir comment les distances observées correspondent avec les distances calculées; on peut seulement remarquer l'absence de six satellites entre le sixième et le septième, et celle de neuf satellites entre le septième et le huitième.

» Nous ignorons la cause qui a fait disparaitre de l'*Annuaire des longitudes* pour 1867 les troisième, cinquième, septième et huitième satellites, notre formule semblerait au contraire être une probabilité pour leur existence. »

ASTRONOMIE. — *Études sur la fréquence des taches du Soleil et sa relation avec la variation de la déclinaison magnétique.* Note de **M. Rod. Wolf**, présentée par M. Delaunay.

« En désignant par r le nombre relatif introduit par moi en 1850 pour la fréquence des taches, par f le nombre des jours sans taches et par b le nombre des jours d'observation, j'ai reçu, pour les annés 1864 à 1869, le tableau suivant :

	1864.		1865.		1866.		1867.		1868.		1869.	
	r	f:b	r	f:b	r	f:b	r	f:b	r	f:b	r	f:b
Janvier.....	57,5	0:31	48,3	0:30	33,3	0:31	0,0	29:29	12,2	13:25	72,4	0:27
Février.....	47,2	0:29	44,8	0:27	39,4	1:28	0,8	26:28	16,4	5:28	72,4	1:24
Mars.......	67,3	0:31	40,7	2:28	27,2	0:29	10,8	11:31	28,7	3:30	65,3	0:28
Avril......	30,0	2:29	32,5	1:30	18,9	2:30	5,8	20:30	39,4	0:30	46,5	1:30
Mai........	40,9	0:31	37,5	2:31	15,0	6:31	3,3	24:31	30,3	3:31	115,8	0:30
Juin.......	58,3	0:30	36,3	2:30	18,3	3:30	1,6	26:30	34,7	2:30	120,4	0:30
Juillet.....	57,2	0:31	29,7	2:31	10,2	9:31	5,3	18:31	32,2	10:31	65,1	1:31
Août.......	57,9	2:31	40,3	0:31	14,0	5:31	5,9	19:31	38,6	0:31	93,2	0:30
Septembre..	30,5	1:30	22,9	7:30	8,0	13:30	10,6	15:30	52,6	1:30	88,5	0:30
Octobre....	35,5	0:31	18,5	10:31	14,6	5:31	14,2	15:31	60,5	0:29	62,4	0:30
Novembre..	59,1	0:28	24,7	4:27	9,3	16:30	10,3	9:30	67,9	0:21	85,7	0:24
Décembre..	24,1	1:24	13,3	9:28	1,6	26:30	27,5	6:24	68,4	0:29	122,1	0:25
Année...	47,1	6:356	32,5	39:354	17,5	86:362	8,0	216:356	40,2	37:245	84,1	3:339

» On y voit, au premier coup d'œil, le minimum de 1867 conforme à ma période de 11 $\frac{1}{9}$ ans et la marche ascendante du phénomène depuis cette époque. Des formules empiriques que j'ai établies depuis 1859 pour plusieurs observations magnétiques pour calculer la variation v de la déclinaison magnétique du nombre r, je n'ajoute que celle reçue pour Christiania des observations de 1852 à 1861, savoir :

$$v = 0',0413 . r + 4',921.$$

» Il en résulte le tableau suivant, où v désigne les valeurs calculées d'après cette formule, et v' les valeurs observées à Christiania, communiquées à moi par MM. Mohn et Fearnley :

	1864.	1865.	1866.	1867.	1868.	1869.
v...........	6',87	6',26	5',64	5',25	6',58	8',39
v'...........	6,00	5,72	5,70	5,69	6,65	7,82

» J'ajoute qu'il serait facile de changer un peu cette formule pour représenter toute la série de Christiania avec plus d'exactitude encore; mais je préfère, pour le moment, de la conserver. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points fondamentaux de deux surfaces dont les points se correspondent un à un.* Note de **M. H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

« Deux théorèmes très-importants de feu M. Riemann et de M. Clebsch (1) énoncent qu'une certaine fonction des singularités d'une courbe ou d'une

(1) *Journal de Crelle*, t. LIV et LXIII. — *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1238.

surface géométrique ne sera pas altérée par une transformation birationnelle, c'est-à-dire une transformation qui donne, pour chaque point de la courbe ou de la surface donnée, un seul point de la courbe ou surface transformée, et réciproquement. Un essai de démontrer, par la Géométrie pure (1), ces deux théorèmes m'a conduit en même temps à une expression du nombre des points fondamentaux de deux surfaces qui se correspondent de la façon indiquée, c'est-à-dire des points exceptionnels auxquels correspondent, au lieu d'un seul point, tous les points d'une courbe. De cette cause, je me permets d'exposer ici brièvement les principes de mes recherches à cet égard.

» 1. *Courbes planes.* — Supposons que les deux courbes (b_1) et (b_2), qui se correspondent point à point, soient dans un même plan. Désignons par P_1 et P_2 deux points homologues de ces courbes, et par A_1 et A_2 deux points fixes du même plan. Alors, si nous désignons par n_1, r_1, $\beta_1, \ldots, n_2$, r_2, $\beta_2, \ldots$ les ordres, les classes, les nombres des points de rebroussement des deux courbes, on voit sans difficulté que le lieu des points d'intersection des droites A_1P_1, et A_2P_2 sera une courbe (D) de l'ordre $n_1 + n_2$, douée d'un point n_2 — tuple à A_1 et d'un point n_1 — tuple à A_2. A deux points consécutifs de (b_1) correspondent deux points consécutifs de (b_2); on verra donc que les tangentes menées de A_1 à (b_1), et les droites qui joignent A_1 aux points de rebroussement de (b_1) joueront l'un ou l'autre des deux mêmes rôles par rapport à (D). On trouve donc, pour la somme de la classe et du nombre des rebroussements de (D) l'expression suivante :

$$r_1 + \beta_1 + 2n_2,$$

ou bien, en appliquant les mêmes considérations au point A_2,

$$r_2 + \beta_2 + 2n_1.$$

» Par conséquent

$$r_1 + \beta_1 - 2n_1 = r_2 + \beta_2 - 2n_2.$$

Cette équation est identique à celle de Riemann.

» On sait que le même théorème peut être étendu à des courbes gauches.

» 2. *Surfaces.* — Je suppose que les surfaces, que j'appellerai (S_1) et (S_2), ne sont douées que de singularités ordinaires, c'est-à-dire celles qui existent en général, ou pour une surface donnée ou pour sa réciproque, et j'y

(1) On a déjà une démonstration géométrique du théorème sur les *courbes*, due à M. Cremona (*Teoria delle superficie*).

applique les notations de MM. Salmon et Cayley (1). Je désigne encore par s l'ordre, évidemment commun, des courbes qui sur chacune des deux surfaces correspondent à des sections planes de l'autre, et par r_{s_1}, $\beta_{s_1}, \ldots$, et r_{s_2}, $\beta_{s_2}, \ldots$ le *rang*, le nombre des points de rebroussement, etc., de celles de ces courbes qui sont sur (S_1) et sur (S_2), respectivement; enfin par μ_1 et μ_2 les nombres des points fondamentaux des deux surfaces.

» Soient maintenant P_1 et P_2 deux points correspondants des deux surfaces; A_1, A_2 et B trois points fixes. Alors, la surface (T_1), lieu des points d'intersection de la droite A_1P_1 et du plan A_2BP_2, sera de l'ordre $s+n_1$, et douée d'un point s — tuple (2) à A_1, et d'une droite n_1 — tuple à A_2B, et la surface (T_2), lieu des intersections de A_2P_2 et de A_1BP_1, de l'ordre $s+n_2$, et douée d'un point s — tuple à A_2, et d'une droite n_2 — tuple à A_1B.

» Si l'on regarde comme faisant partie d'un cône circonscrit à une surface, celui qui a sa courbe cuspidale pour directrice, les deux surface (T_1) et (T_2) que nous venons de construire, seront inscrites dans un même cône au sommet B. Si nous en désignons la classe par N', celle d'un autre cône circonscrit à (T_1), mais dont le sommet est à un point quelconque C, sera $N'+s$; car au nombre des plans tangents menés de la droite CB à ce dernier cône, on doit compter les s plans coïncidents dont les points de contact sont sur la droite multiple BA_2. Or, on peut encore trouver une autre expression de la classe de ce même cône, en comptant les plans tangents menés de la droite CA_1 à la surface (T_1). Ceux-ci seront :

» 1° Deux fois les $r_{s_1}+\beta_{s_1}$ plans qui sont tangents au point A_1 lui-même;

» 2° Les n'_1+r_1 plans tangents à (S_1) et à sa courbe cuspidale;

» 3° Les plans qui contiennent les $n_2+s+\mu_1$ droites de la surface (T_1) qui partent de A_1. On voit sans difficulté que chacun de ces plans n'a qu'un seul contact (3).

---

(1) Salmon, *Geom. of three Dimensions*, p. 850; Cayley, *Phil. Transactions*, janvier, 1869. — Les seules notations que j'emprunte, pour le moment, à ces savants sont : n pour l'ordre d'une surface, a pour la classe d'une section plane, c pour l'ordre, et r pour la classe de sa courbe cuspidale (courbe de rebroussement), et des lettres accentuées n', $a'(=a), \ldots$, pour les nombres des singularités réciproques. Je n'ai pas égard à toutes les singularités énumérées par M. Cayley à l'endroit cité. Toutefois, je dois remarquer que mon résultat ne sera pas altéré, si l'on attribue aux surfaces les singularités importantes j et j'.

(2) Le cône tangent à ce point sera de l'ordre s, de la classe r_{s_1}, et il aura β_{s_1} arêtes de rebroussement.

(3) Quand même il y aurait des droites multiples au nombre des μ_1 qui joignent A_1 aux points fondamentaux de (S_1).

» On trouve donc

$$N' + s = 2r_{s_1} + 2\beta_{s_1} + n'_1 + r_1 + n_2 + s + \mu_1.$$

» Or on a, suivant le théorème déjà prouvé sur la correspondance de deux courbes, que

$$r_{s_1} + \beta_{s_1} = 2s + a_2 + c_2 - 2n_2.$$

Par conséquent,

$$N' = 4s + 2a_2 + 2c_2 - 3n_2 + n'_1 + r_1 + \mu_1.$$

» On trouve de même

$$N' = 4s + 2a_1 + 2c_1 - 3n_1 + n'_2 + r_2 + \mu_2.$$

» En égalant ces deux expressions, on parvient au résultat suivant (1) :

$$\mu_2 - \mu_1 = n'_1 - 2a_1 + r_1 - 2c_1 + 3n_1 - (n'_2 - 2a_2 + r_2 - 2c_2 + 3n_2).$$

» L'identité des deux expressions qu'on peut trouver pour l'ordre du cône circonscrit commun aux deux surfaces (T_1) et (T_2) ne donne aucun nouveau résultat, et l'identité de celles qu'on peut trouver pour le nombre des plans tangents d'inflexion de ce cône conduit à une équation qui peut être transformée en celle de M. Clebsch.

» Les différentes surfaces unicursales (surfaces représentables sur un plan), qui sont discutées par les géomètres, fournissent de nombreux exemples (2) de l'application de l'expression que nous avons trouvée pour $\mu_2 - \mu_1$. Elle donne, pour la plupart de ces surfaces, un nouveau moyen de déterminer les nombres de droites qui s'y trouvent.

» Dans le cas où la surface (S_2) est la réciproque de (S_1), et où celle-ci n'a que les singularités que nous avons déjà supposées, il n'y aura pas de points fondamentaux. On trouve, par conséquent,

$$r - 2c + 2n = r' - 2c' + 2n'. \text{ »}$$

---

(1) Si les deux surfaces sont planes, on aura $\mu_2 = \mu_1$ (Cremona, *Trasformazioni geometriche delle figure piane;* Accademia di Bologna, serie 2, tomo V).

(2) *Voir*, par exemple, Clebsch, *Intorno alla rappresentazione di superficie algebriche sopra un piano.* Reale Istituto Lombardo, 1868. — Déjà la projection stéréographique, étendue depuis longtemps par M. Chasles à une quadrique quelconque, en donne un exemple.

ANALYSE. — *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles.* Note de M. G. DARBOUX, présentée par M. J. Bertrand.

II.

« La remarque énoncée dans ma Communication précédente me paraît conduire à une méthode plus générale que celles qui sont habituellement employées. On peut, du reste, présenter cette méthode sous un autre point de vue, qui nous permettra d'obtenir plus facilement les systèmes à intégrer partiellement.

» Supposons que l'un quelconque de nos systèmes conduise à deux combinaisons intégrables

$$f(x, y, z, p, q, \ldots) = \text{const.}, \quad f_1(x, y, z, p, q, \ldots) = \text{const.}$$

» Les deux constantes qui figurent dans ces équations doivent être considérées comme des fonctions inconnues de y_0. Éliminant y_0, on est conduit à une équation

$$f = \text{fonction arbitraire de } f_1.$$

» Cette dernière équation peut être, évidemment, considérée comme une nouvelle équation différentielle compatible avec la proposée, et qui admet en commun avec elle une intégrale avec *une* fonction arbitraire. Nous sommes donc conduits à la solution de la question suivante, qui répond à ce deuxième mode d'exposition.

» *Trouver une équation différentielle*

$$V = a,$$

du $n^{ième}$ *ordre, admettant, en commun avec la proposée, une solution contenant au moins une fonction arbitraire.*

» Pour cela, il suffit de remarquer que la proposée différentiée $n - 1$ fois donne n équations contenant les $n + 2$ dérivées du $n + 1^{ième}$ ordre. L'équation $V = 0$ dérivée par rapport à x et à y donne deux équations contenant aussi linéairement les $n + 2$ dérivées du $n + 1^{ième}$ ordre. On a donc $n + 2$ équations qui déterminent en général les dérivées du $n + 1^{ième}$ ordre si les deux équations différentielles dont on cherche la solution commune sont prises arbitrairement. Mais ici cela ne doit pas être; sans cela les dérivées d'ordre supérieur à $n + 1$ seraient toutes déterminées en fonction des dérivées d'ordre inférieur, et la solution commune, si elle existait, ne pourrait contenir tout au plus que des *constantes arbitraires*. Il faut donc que ces $n + 2$ équations du premier degré à $n + 2$ inconnues, qui sont les dérivées

d'ordre $n+1$, forment un système indéterminé, ce qui donne deux équations de condition. Comme deux des équations contiennent les dérivées de V, $\frac{dV}{dx}, \frac{dV}{dy}, \frac{dV}{dz}, \frac{dV}{dp}, \ldots$, les relations de condition doivent être considérées comme deux équations aux dérivées partielles du premier ordre auxquelles doit satisfaire la fonction V.

» Ce qui précède explique et généralise la remarque par laquelle Bour a établi qu'on peut toujours reconnaître si l'application des méthodes de Monge et d'Ampère pourra réussir.

» Les deux méthodes que nous venons d'indiquer se retrouvent d'ailleurs dans la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre. La première, fondée sur le changement des variables, est due, comme on sait, à l'illustre Cauchy. La seconde a été introduite dans la science et développée par Jacobi. C'est même en essayant de rapprocher ces deux méthodes qui paraissent si différentes, que j'ai été amené à l'étude dont je viens d'indiquer rapidement les principaux résultats.

» La seconde méthode permet de se rendre compte simplement du nombre des intégrations qui sont nécessaires pour la solution complète du problème; mais il est indispensable qu'avant de traiter ce point, nous entrions dans quelques explications.

» Soit une équation différentielle d'ordre n

$$F\left(\frac{d^n z}{dx^n}, \frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}}, \ldots\right) = 0.$$

» Désignons par R_n, R_{n-1}, $R_{n-2}, \ldots$ les dérivées partielles prises par rapport aux dérivées d'ordre n seulement, $\frac{d^n z}{dx^n}, \frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}}, \ldots$. Nous appellerons *équation caractéristique* de l'équation différentielle l'équation suivante à une inconnue u :

$$R_n u^n + R_{n-1} u^{n-1} + \ldots = 0.$$

Par exemple, pour l'équation différentielle (1) considérée dans la Communication précédente, cette équation caractéristique serait

$$Ru^2 + Su + T = 0.$$

» Cette définition une fois comprise, il est facile de compléter le résultat énoncé plus haut.

» Pour que l'équation proposée

$$f(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$$

et l'équation différentielle $V = a$ aient une solution commune avec une fonction arbitraire, il faut d'abord que l'équation caractéristique de l'équation $V = 0$ admette une des racines de l'équation caractéristique

$$Ru^2 + Su^2 + T = 0.$$

» On voit donc que les équations différentielles que nous cherchons $V = 0$ se divisent en deux classes, suivant qu'elles appartiennent à l'une ou à l'autre des racines de l'équation précédente. Pour la solution complète du problème, il faut une équation de chaque classe, contenant ellemême une fonction arbitraire. Un nombre quelconque d'équations différentielles appartenant à la même classe ne peut donner l'intégrale complète de notre équation. Mais il est facile de montrer que tous les résultats partiels obtenus faciliteront la solution finale du problème. L'admirable Mémoire d'Ampère est le guide le plus sûr dans l'étude de ces difficiles questions, et ce sont justement les intégrales qu'Ampère appelle *intégrales de première espèce* que fourniront *toujours* les procédés que nous venons d'indiquer.

» En terminant cet exposé sommaire, j'indiquerai quelques questions auxquelles j'ai appliqué la méthode précédente.

» 1° Il y a d'abord l'équation linéaire de Laplace. Les différents cas d'intégrabilité indiqués par Laplace correspondent à nos systèmes successifs d'équations.

» 2° L'équation

$$s = e^{kz}$$

a été considérée par M. Liouville et intégrée par lui, sous la forme

$$\frac{d^2 \log\lambda}{dx\,dy} = \pm k\lambda, \quad \text{obtenue en posant} \quad \lambda = e^{kz}.$$

» Les équations de Monge n'offrent pas de combinaison intégrable, mais le second système donne la solution trouvée par M. Liouville.

» 3° Considérons l'équation, donnée par Bour, des surfaces applicables sur la surface, dont le ds^2 a pour expression

$$ds^2 = 4\lambda\,dx\,dy,$$

$$2(pq - \lambda)\frac{d^2\log\lambda}{dx\,dy} - s^2 + \left(r - p\frac{d\log\lambda}{dx}\right)\left(t - q\frac{d\log\lambda}{dy}\right) = 0.$$

» Si nous cherchons les conditions les plus simples dans lesquelles la

méthode précédente puisse réussir, nous trouvons qu'en posant

$$a = \frac{d \log \lambda}{dx}, \quad b = \frac{d \log \lambda}{dy}, \quad c = \frac{d^2 \log \lambda}{dx\, dy},$$

toutes les fois que λ satisfera à l'équation différentielle

$$\lambda^{\frac{3}{2}} c^{\frac{1}{2}} = \int \frac{\lambda^{\frac{3}{4}} c^{\frac{1}{4}}}{4} \left(a - \frac{dc}{c\, dx}\right) dy \int \frac{\lambda^{\frac{3}{4}} c^{\frac{1}{4}}}{4} \left(b - \frac{dc}{c\, dy}\right) dx,$$

on pourra trouver une série de surfaces applicables sur la proposée, et contenant dans leur équation une fonction arbitraire.

» Je me réserve de revenir, dans une étude détaillée, sur l'interprétation géométrique de cette condition et sur quelques autres exemples auxquels s'appliquent les méthodes précédemment indiquées. »

ANALYSE. — *Sur un mode d'approximation des fonctions de plusieurs variables*. Note de **M. Didon**, présentée par M. Hermite.

« Si l'on cherche, parmi tous les polynômes $\varphi(x)$ de degré μ, celui qui, entre les limites -1 et $+1$ de la variable, s'approche le plus d'une fonction donnée $f(x)$, en d'autres termes, celui qui rend minimum l'intégrale $\int_{-1}^{+1} [f(x) - \varphi(x)]^2 dx$, on trouve que ce polynôme est représenté par la partie du développement de $f(x)$ suivant les fonctions X_n de Legendre, qui s'arrête au terme en X_μ inclusivement.

» Je me suis proposé de traiter la question analogue relative à un nombre quelconque de variables, c'est-à-dire, de trouver le polynôme $\varphi(x, y, z, \ldots, u)$ de degré μ, qui rend minimum l'intégrale

$$\iiint \ldots [f(x, y, z, \ldots, u) - \varphi(x, y, z, \ldots, u)]^2 dx\, dy\, dz \ldots du,$$

dans laquelle les variables sont limitées par la condition

$$x^2 + y^2 + z^2 + \ldots + u^2 \leqq 1,$$

et je suis parvenu à la solution du problème.

» Je ne la développerai que pour le cas de deux variables.

» La fonction

$$P_{m,n} = K_{m,n} \frac{1}{(y^2 - 1)^{m+\frac{1}{2}}} \frac{d^n (y^2 - 1)^{m+n+\frac{1}{2}}}{dy^n} \frac{d^m (x^2 + y^2 - 1)^m}{dx^m},$$

$K_{m,n}$ y désignant une constante, est un polynôme du degré $m + n$.

» En donnant à m et à n toutes les valeurs entières et positives possibles, on obtiendra une série indéfinie de polynômes qui satisferont à la relation

$$\iint P_{m,n} P_{m',n'}\, dx\, dy = 0,$$

si l'on n'a pas en même temps $m = m'$, $n = n'$.

» La forme analytique précédente de $P_{m,n}$ permet de démontrer très-facilement cette égalité. En prenant pour $K_{m,n}$

$$\frac{1}{1.2\ldots m.1.2\ldots n.2^{2m+2n}},$$

on trouvera, pour la fonction génératrice des polynômes $P_{m,n}$, c'est-à-dire pour $\sum_{m=0}^{m=+\infty} \sum_{n=0}^{n=+\infty} a^m b^n P_{m,n}$, l'expression simple

$$(1 - 2by + b^2)^{-\frac{1}{2}} \left[1 - ax - by - \frac{(a^2 + b^2)(y^2 - 1)}{2(1 - by + \sqrt{1 - 2by + b^2})} \right]^{-\frac{1}{2}},$$

et pour la valeur de l'intégrale $\iint (P_{m,n})^2\, dx\, dy$,

$$\frac{2\pi}{2m+1} \frac{(2m+n+2)(2m+n+3)\ldots(2m+2n+1)}{1.2.3\ldots n.2^{2m+2n}} \frac{1.3.5\ldots(2m+2n+1)}{2.4.6\ldots(2m+2n+2)}.$$

» C'est par l'étude des fonctions U et V de M. Hermite que j'ai été conduit à ces polynômes $P_{m,n}$.

» Les propriétés précédentes permettront d'effectuer le développement d'une fonction quelconque $f(x, y)$ de deux variables, en une série ordonnée suivant les polynômes $P_{m,n}$.

» Si l'on pose, en effet,

$$f(x, y) = \Sigma A_{m,n} P_{m,n},$$

on déterminera $A_{m,n}$ en multipliant les deux membres de l'égalité précédente par $P_{m,n}\, dx\, dy$, et en les intégrant dans l'intérieur du cercle $x^2 + y^2 = 1$. On obtiendra ainsi

$$A_{m,n} \iint (P_{m,n})^2\, dx\, dy = \iint f(x, y)\, P_{m,n}\, dx\, dy,$$

c'est-à-dire

$$A_{m,n} = \frac{2m+1}{2\pi} \frac{1.2\ldots n.2^{2m+2n}}{(2m+n+2)\ldots(2m+2n+1)} \times \frac{2.4.6\ldots(2m+2n+2)}{1.3.5\ldots(2m+2n+1)} \iint f(x, y)\, P_{m,n}\, dx\, dy.$$

» Je reviens maintenant à la question énoncée au commencement de

cette Note. Dans la recherche du minimum de l'intégrale

$$\iint [f(x,y) - \varphi(x,y)]^2 \, dx\, dy,$$

je puis supposer que le polynôme $\varphi(x,y)$ de degré μ est mis sous la forme $\Sigma B_{m,n} P_{m,n}$, $m+n$ ne devant pas surpasser μ, et il s'agit de trouver les coefficients $B_{m,n}$.

» En égalant à zéro la dérivée de l'intégrale par rapport à $B_{m,n}$, on obtient

$$\iint f(x,y) - \varphi(x,y)\, P_{m,n}\, dx\, dy = 0,$$

c'est-à-dire

$$\iint f(x,y)\, P_{m,n}\, dx\, dy = B_{m,n} \iint (P_{m,n})^2 \, dx\, dy;$$

donc

$$B_{m,n} = A_{m,n},$$

et, par conséquent, le polynôme $\varphi(x,y)$ cherché est la portion du développement de la fonction $f(x,y)$ suivant les polynômes $P_{m,n}$, que l'on obtient en négligeant tous les termes en $P_{m,n}$ dans lesquels $m+n$ est supérieur à μ.

» On peut généraliser ceci pour un nombre quelconque de variables, et, par exemple, pour le cas de trois variables, la série des polynômes $P_{m,n,p}$ que l'on devra employer sera définie de la manière suivante :

$$P_{m,n,p} = K_{m,n,p} \frac{1}{(z^2-1)^{m+n+1}} \frac{d^p (z^2-1)^{m+n+p+1}}{dz^p}$$
$$\times \frac{1}{(y^2+z^2-1)^{m+\frac{1}{2}}} \frac{d^n (y^2+z^2-1)^{m+n+\frac{1}{2}}}{dy^n} \frac{d^m (x^2+y^2+z^2-1)^m}{dx^m},$$

$K_{m,n,p}$ étant une constante. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Intégration de l'équation différentielle qui peut donner une deuxième approximation, dans le calcul rationnel de la poussée exercée contre un mur par des terres dépourvues de cohésion.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans une Note des 7 et 14 février, mise à la suite du Rapport approbatif du remarquable Mémoire de M. Levy sur une *Théorie rationnelle de l'équilibre des terres*, M. de Saint-Venant a proposé d'employer comme approximation, pour le cas où l'inclinaison ε_1 du mur de soutènement est quelconque, des formules que la nouvelle théorie donne comme exactes dans le cas où cette inclinaison sur la verticale a une valeur particulière ε; il y

exprime aussi le vœu que quelqu'un entreprenne de s'élever de là à une approximation plus grande, en ajoutant, par exemple, aux valeurs approchées des inconnues N_1, N_2, T du problème, trois inconnues auxiliaires très-petites, qui auront leurs carrés et leurs produits négligeables quand ε_1 différera peu de ε, et que les équations (1) et (2) de M. Levy, rapportées à la Note citée, obligent de prendre respectivement de la forme $\Pi\frac{d^2\psi'}{dy^2}$, $\Pi\frac{d^2\psi'}{dx^2}$, $-\Pi\frac{d^2\psi'}{dx\,dy}$.

» Je me propose de répondre à cet appel, et d'intégrer le système suivant d'équations :

$$(a)\quad \left\{\begin{aligned}&(1+\sigma^2)\sin^2\varphi\left(\frac{d^2\psi'}{dx^2}+\frac{d^2\psi'}{dy^2}\right)\\ &\qquad -(1-\sigma^2\cos2\omega)\left(\frac{d^2\psi'}{dx^2}-\frac{d^2\psi'}{dy^2}\right)-2\sigma^2\sin2\omega\frac{d^2\psi'}{dx\,dy}=0;\end{aligned}\right.$$

$$(b)\quad (\text{pour } x>0 \text{ et } -y=x\,\text{tang}\,\omega)\ \frac{d^2\psi'}{dx^2}=0,\quad \frac{d^2\psi'}{dx\,dy}=0,\quad \text{d'où aussi } \frac{d^2\psi'}{dy^2}=0,$$

$$(c)\quad \left\{\begin{aligned}&(\text{pour}\quad y>0\quad \text{et}\quad x=y\,\text{tang}\,\varepsilon_1),\\ &\left(\frac{d^2\psi'}{dx^2}+\frac{d^2\psi'}{dy^2}\right)\sin\varphi-\left(\frac{d^2\psi'}{dx^2}-\frac{d^2\psi'}{dy^2}\right)\sin(2\varepsilon_1+\varphi)-2\frac{d^2\psi'}{dx\,dy}\cos(2\varepsilon_1+\varphi)\\ &\quad=\frac{2\cos(\omega-\varepsilon_1)}{\cos\omega\cos\varepsilon_1}[\sin\varepsilon_1\cos(\varphi+\varepsilon_1)-\sigma^2\cos(\omega-\varepsilon_1)\sin(\varepsilon_1+\varphi-\omega)]y;\end{aligned}\right.$$

φ est un angle positif, inférieur à 90 degrés ou $\frac{\pi}{2}$; ω un autre angle compris entre $-\varphi$ et φ; σ la racine positive, inférieure à l'unité, de l'équation

$$(d)\qquad \frac{1-\sigma^2}{1+\sigma^2}=\sqrt{1-\frac{\cos^2\varphi}{\cos^2\omega}}.$$

» **1.** L'intégrale générale de (a) est de la forme

$$(e)\qquad \psi'=f(x-y\,\text{tang}\,\varepsilon')+f_1(x-y\,\text{tang}\,\varepsilon''),$$

où f et f_1 sont deux fonctions arbitraires, et ε', ε'' les deux racines de l'équation en ε qui résulte de la substitution dans (a), à ψ', de l'expression $f(x-y\,\text{tang}\,\varepsilon)$. Si l'on tire de cette équation σ^2, puis le quotient de $1-\sigma^2$ par $1+\sigma^2$, et qu'on l'égale au second membre de (d), il vient

$$(f)\qquad \cos(2\varepsilon-\omega)\sqrt{\cos^2\omega-\cos^2\varphi}=\sin^2\varphi+\sin\omega\sin(2\varepsilon-\omega),$$

relation qui donne successivement, en l'élevant d'abord au carré et résol-

vant par rapport à $\sin(2\varepsilon-\omega)$:

$$(g)\qquad \begin{cases} \sin\varphi\sin(2\varepsilon-\omega) = -\sin\omega\sin\varphi \pm \cos\varphi\sqrt{\cos^2\omega-\cos^2\varphi}, \\ \sin\varphi\cos(2\varepsilon-\omega) = \pm\sin\omega\cos\varphi + \sin\varphi\sqrt{\cos^2\omega-\cos^2\varphi}; \end{cases}$$

$$(h)\qquad \text{d'où}\ \cos(2\varepsilon-\omega\pm\varphi) = \pm\frac{\sin\omega}{\sin\varphi},\quad \sin(2\varepsilon-\omega\pm\varphi) = \pm\frac{\sqrt{\cos^2\omega-\cos^2\varphi}}{\sin\varphi}.$$

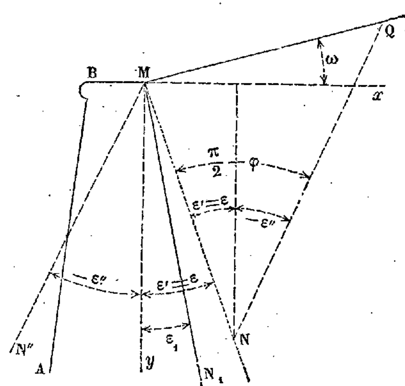
» Les angles ε', ε'', qu'on ne cherche qu'en vue de leurs tangentes, peuvent être pris entre -90 et 90 degrés. D'après cela, si nous appelons β l'angle positif et inférieur à π ou 180 degrés qui a pour cosinus le rapport de $\sin\omega$ à $\sin\varphi$, et si nous observons que $\varphi-\omega$ est >0 et $<2\varphi$, les équations (h) donneront

$$(h\ bis)\qquad \varepsilon' = \frac{\beta-(\varphi-\omega)}{2},\quad \varepsilon'' = \varepsilon' - \left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right).$$

En faisant varier ω et exprimant en fonction de ω et φ les dérivées correspondantes de ε', ε'', on trouve aisément que ε', ε'' décroissent quand ω grandit. Concevons menées, à partir de l'origine M, les trois droites MQ, MN', MN'', qui font respectivement, la première avec l'axe des x et les deux autres avec celui des y, les angles ω, ε', ε'', et qui ont pour équations, ainsi que leurs prolongements,

$$y + x\tan\omega = 0,\quad x - y\tan\varepsilon' = 0,\quad x - y\tan\varepsilon'' = 0;$$

pendant que MQ tournera autour de l'origine, en faisant avec l'axe des y un angle $90°+\omega$ croissant de $90°-\varphi$ à $90°+\varphi$, la droite MN', d'abord en coïncidence avec MQ, tournera en sens inverse, précédée de l'autre droite MN'', qui sera constamment inclinée sur elle d'un angle complément de φ, et dont le prolongement finira par se confondre avec MQ pour $\omega=\varphi$.



» 2. Il suit de là que MQ est constamment dans l'angle formé par MN' et par le prolongement de MN'', et que les deux expressions $x-y\tan\varepsilon'$, $x-y\tan\varepsilon''$ sont positives aux divers points de MQ et y varient de zéro à l'infini. Or, à cause de l'inégalité de $\tan\varepsilon'$ et de $\tan\varepsilon''$, les relations (b) obligent de poser séparément, en tous ces points, $f''=0$, $f''_1=0$. Par suite, *les dérivées secondes de* ψ' *sont nulles dans toute la partie du massif comprise entre* MQ *et* MN'.

» 3. Il reste à satisfaire à la condition (c). Si d'abord la face MN_1 du mur de soutènement se confond avec MN', ou que ε_1 prenne la valeur particulière ε', appelée ε par M. Levy, cette relation est vérifiée en y faisant $\psi' = 0$. Or je me suis proposé d'examiner les cas voisins de celui-là, c'est-à-dire ceux où l'angle ε_1 est égal à ε' diminué d'une petite quantité, ζ, positive ou négative.

» Si d'abord ζ est < 0, le mur MN_1 sera dans l'angle QMN', et, les dérivées secondes de ψ' étant nulles dans tout le massif, la relation (c) ne pourra pas être vérifiée : *le problème n'admet pas alors de solution.*

» Si au contraire ζ est > 0, ou si $\varepsilon_1 < \varepsilon$, la dérivée f''_1 sera encore nulle dans tout le massif; mais f'' pourra ne pas l'être dans l'angle N_1MN' compris entre MN' et le mur; et, en déterminant sa valeur de manière à vérifier l'équation (c), l'on voit d'abord que cette fonction f'' sera du premier degré par rapport à sa variable, parce que le second membre de (c) est linéaire en y. Si on la désigne en conséquence par $A(x - y \operatorname{tang}\varepsilon')$, et si, après avoir remplacé, dans les crochets du second membre de (c), les produits de sinus ou cosinus par des sommes d'autres sinus, on traite cette équation (c) comme j'ai traité l'équation (a), c'est-à-dire en y mettant cette valeur pour f'' qui entre dans les trois dérivées de ψ', puis tirant σ^2 et en portant son expression dans (d), il viendra exactement

$$(i)\qquad A = \frac{2\sin\varphi\cos^3\varepsilon'\cos(\omega-\varepsilon_1)}{\cos(\varphi+\varepsilon_1-\varepsilon')\left(\cos\omega+\sqrt{\cos^2\omega-\cos^2\varphi}\right)},$$

$$(j)\qquad \psi' = f(x - y\operatorname{tang}\varepsilon'),\quad f'' = \begin{cases} 0, & \text{pour}\quad x - y\operatorname{tang}\varepsilon' > 0, \\ A(x - y\operatorname{tang}\varepsilon'), & \text{pour}\quad x - y\operatorname{tang}\varepsilon' < 0. \text{ »} \end{cases}$$

PHYSIQUE. — *Sur la loi de dilatation des gaz; par* **M. Dubrunfaut.**

« Nous avons appelé l'attention des savants sur les diverses impuretés que peuvent renfermer les gaz qu'ils préparent pour leurs recherches, et, en insistant sur le témoignage de l'analyse spectrale, nous avons fait remarquer que la vapeur d'eau suffirait à l'explication des écarts observés dans la vérification de la loi de Mariotte, si la présence de cette vapeur dans les gaz réputés purs et secs était suffisamment démontrée.

» Ce n'est pas la première fois qu'une pareille explication est proposée, et Robison (John), dans le siècle dernier, a cherché à justifier ainsi les écarts de la loi de Mariotte, observés par Sultzer sur l'air dans les limites

de 1 à 8 atmosphères (1). Les expériences de Robison rapportées par M. Regnault ont été faites sur de l'air desséché par la chaux vive, et quoiqu'elles dérogent à la loi de Mariotte dans le même sens que celles de Sultzer, elles donnent cependant à l'hypothèse de Robison une certaine valeur justificative. En effet, ces expériences, comparées à celles de Sultzer, ont établi que les écarts de la loi de Mariotte sont plus grands pour l'air non desséché que pour l'air desséché par la chaux (2). On peut donc considérer les expériences de Robison comme ayant démontré, dès le siècle dernier, que la vapeur d'eau existant dans les gaz peut altérer la loi de Mariotte dans le sens observé, c'est-à-dire qu'elle peut accroître la compressibilité, ce que les expériences et les découvertes postérieures n'ont pas infirmé; seulement Robison s'est trompé, comme tous les expérimentateurs modernes, et plus gravement encore, quand il a cru avoir desséché l'air complétement en le soumettant à l'action de la chaux vive.

» En attendant que nous puissions fournir une démonstration directe et complète de notre négation de l'existence des gaz secs, en attendant que nous puissions fournir les moyens de doser cette impureté, nous devons signaler aujourd'hui une condition dans laquelle cette impureté ne joue pas un rôle moins remarquable que dans les expériences qui se rattachent à la loi de Mariotte : nous voulons parler de la dilatation des gaz.

» Gay-Lussac, dont le nom se lie avec tant d'éclat à toutes les grandes découvertes des sciences physiques et chimiques, découvrit et publia, dès le commencement du siècle, une loi d'une simplicité fort remarquable sur la dilatation des gaz et des vapeurs : c'est la loi qui porte son nom, et en n'établissant pas de distinction entre les gaz permanents et les vapeurs, cet illustre savant avait déduit de ses expériences un coefficient de dilatation uniforme (0,375 de zéro à 100 degrés), qui servit religieusement de base à tous les travaux scientifiques jusqu'en 1836.

» A cette époque, Rudberg vérifia le coefficient de Gay-Lussac avec des éléments nouveaux et sur l'air atmosphérique seulement, et il reconnut que ce coefficient devait être abaissé à 0,364 ou 0,365.

---

(1) M. Regnault, *Mémoires de l'Académie*, t. XXI, p. 329.

(2) C'est sans doute par erreur, ou en citant incomplétement les expériences de Robison, que M. Regnault (*loco citato*) affirme que Robison a trouvé avec de l'air sec des différences encore plus grandes que celles qui s'étaient présentées dans les expériences de Sultzer. Au reste, ces observations ont besoin d'être revues avec les travaux originaux de Sultzer et de Robison, parce que ces expérimentateurs ont fait connaître leurs résultats sous une forme qui n'est plus usitée.

» Rudberg, en recherchant les causes diverses de l'erreur de Gay-Lussac, les trouva surtout dans le défaut de siccité de l'air dont le savant français s'était peu préoccupé, sa loi s'appliquant sans distinction aux gaz et aux vapeurs. Rudberg fit voir à cette occasion que l'air saturé d'eau à zéro donnait un coefficient plus grand que celui de l'air desséché par les moyens usités, et cette différence put accroître le coefficient dans ses expériences de 20 à 25 millièmes (1).

» M. Regnault, en reprenant depuis, avec la supériorité qui lui est propre, l'étude de cette importante question, rectifia le coefficient de l'air donné par Rudberg, en prouvant par des méthodes variées qui se contrôlent que ce coefficient devait être élevé à 0,366. Il fit plus, il étendit ses recherches aux différents gaz, et il reconnut pour chacun d'eux des coefficients différents, ces différences étant, selon le savant expérimentateur, en dehors des limites des erreurs; il en conclut que la loi de Gay-Lussac était en défaut, de même qu'il avait conclu précédemment que la loi de Mariotte n'était qu'une loi-limite que l'expérience ne justifie pas. Du reste, M. Regnault, en apportant à la préparation de ses gaz les soins les plus minutieux, ne s'est nullement préoccupé de ce fait : que les gaz épurés, d'après les méthodes reçues, pourraient ne pas présenter le degré de pureté et de sécheresse que comportait l'importance de ses recherches. Cette préoccupation aurait pu cependant lui être suggérée par les travaux de Robison et de Rudberg, et en outre par les particularités qui se sont présentées dans ses expériences à l'occasion de l'oxygène et de l'ammoniaque, dont il n'a pu déterminer les coefficients de dilatation (2).

» *A priori* et dans l'état actuel de nos connaissances sur la constitution de la matière prise à l'état aériforme, il est difficile de ne pas considérer comme une vérité, pour les gaz permanents, la loi énoncée par Gay-Lussac en 1802. La véritable philosophie appliquée à la science doit convier à procéder ainsi, c'est-à-dire à rechercher dans les méthodes expérimentales les seules sources des écarts qui troublent la justification des grandes lois physiques. C'est ainsi qu'ont procédé les illustres maîtres qui portent les noms de Dulong et Arago, et c'est à cette méthode et à cet exemple que

---

(1) Deux expériences donnèrent 0,384 et 0,390, le gaz sec ayant donné 0,365. (*Annales de Poggendorff*, t. LXI, p. 271, 1837.)

(2) Les faits observés par M. Regnault pour l'oxygène se rattachent sans doute à l'impureté persistante que nous avons signalée dans ce gaz, qui, nonobstant tous les soins apportés à sa préparation, offre invariablement au spectroscope le spectre de l'azote. Il y a là un fait important à élucider et dont nous ferons connaître la cause ultérieurement.

nous devons le courage et la persévérance que nous apportons dans les recherches qui nous occupent.

» Si Rudberg ne s'est pas trompé en déterminant la différence qui existe entre les coefficients de dilatation de l'air réputé sec et de l'air saturé de vapeur d'eau, on aurait dans ce mode d'expérimentation un moyen de contrôler et de vérifier dans les Tables de Dalton les relations qui existent entre les coefficients de dilatation des gaz inégalement saturés, et si l'expérience démontrait cette vérité probable : que les inégalités varient comme l'état de saturation, on aurait en outre dans les méthodes si précises décrites par M. Regnault, pour la détermination des coefficients de dilatation, une méthode hygrométrique nouvelle, applicable aux différents gaz.

» On ne peut douter que ces différents gaz qui ne justifient pas expérimentalement la loi de Mariotte et la loi de Gay-Lussac ne doivent cette propriété commune à une seule et même cause, et cette cause est, selon toute vraisemblance, leur état de siccité qui est incomplet et inégal pour chaque gaz. On sait en effet que l'acide carbonique, qui offre un grand écart dans la loi de Mariotte, en offre un de même ordre dans la loi de dilatation de Gay-Lussac, et cette particularité, rapprochée d'autres particularités analogues, ne peut être une circonstance fortuite. Les gaz réputés secs, nous le répétons avec une profonde conviction qui s'appuie sur des faits, ne peuvent être considérés comme anhydres ; ils sont amenés, par les dessiccants usités, à un état d'équilibre hygrométrique stable qui varie tout à la fois et avec la nature des dessiccants et avec les propriétés physiques et chimiques des gaz mis en expérience.

» Les résultats déjà obtenus d'un mode d'expérimentation nouveau, qui nous occupe en ce moment, nous autorisent à affirmer que l'air atmosphérique réputé sec ne contient pas moins de 5 dix-millièmes de gramme d'eau par litre, et que l'hydrogène n'en contient pas une proportion moindre. On peut juger par là du rôle qu'a dû jouer la vapeur d'eau dans les conséquences d'un grand nombre d'expériences qui ont eu pour but ou pour moyens les propriétés des gaz. »

PHYSIQUE. — *Objectif à prismes pour l'usage d'un ophthalmoscope démonstratif.* Note de MM. **Wecker** et **G. Roger**, présentée par M. Jamin.

« Depuis quelques années, on est à la recherche d'un ophthalmoscope qui, dans l'intérêt de l'enseignement et de la clientèle consultative, permette à deux observateurs d'explorer à la fois le fond de l'œil.

» Le premier qui, après la découverte de Helmholtz, ait fait un essai de ce genre est M. Zacharias Laurence, de Londres. Cet observateur conseillait de recevoir l'image réelle qu'on obtient dans le procédé d'exploration dit *à l'image renversée*, au voisinage du foyer ou au foyer même de l'objectif, sur une plaque de verre mince, pour la faire voir par réflexion à un second observateur. Cette plaque, par son interposition, n'opposant pas d'obstacle à l'observateur direct, lui permet d'éclairer le fond de l'œil et de recevoir de son côté une image nette. Malheureusement, tout en modifiant le procédé de Laurence, en étamant, par exemple, avec une faible couche d'argent, la plaque de verre (suivant le procédé de Foucault et Martin), l'image reste insuffisamment éclairée et laisse beaucoup à désirer comme netteté, lorsque, par des altérations morbides du fond de l'œil, celui-ci a sensiblement perdu de son éclat.

» Nous avons pensé pouvoir résoudre le problème de donner à deux observateurs à la fois une image d'éclairage et de netteté suffisantes en nous servant de la réflexion totale qu'on obtient sur la face hypoténuse d'un prisme rectangle interposé dans le trajet des rayons lumineux.

» Pour l'observateur direct, on obvie aux inconvénients du prisme (décomposition de la lumière et déviation des rayons) en adossant à ce premier prisme un second semblable, de façon à former un parallélépipède. Cet ensemble de prismes revient à une plaque très-épaisse de verre mise dans le trajet de la lumière. Comme ce système n'a d'autre influence sur la marche des rayons qu'une faible déviation latérale, on peut réunir l'objectif ordinaire à cette plaque et en former un seul appareil.

» L'objectif à prismes se compose donc d'une lentille plan convexe (que l'on peut changer à volonté) et de deux prismes rectangles dont les hypoténuses sont adossées l'une contre l'autre. En employant comme matière le crown, les angles de ces prismes ont été pris de 42 et 48 degrés.

» On peut se servir de cet objectif de trois manières différentes :

» 1° Un premier observateur éclaire le fond de l'œil de la façon habituelle en envoyant avec le miroir la lumière à travers l'objectif, il voit, lui, par le trou du miroir; le second observateur, placé latéralement, regarde sur la face hypoténuse des prismes.

» 2° Le premier observateur se place avec son miroir latéralement de façon à envoyer la lumière sur les hypoténuses, il éclaire ainsi le fond de l'œil qu'il voit par le trou de son miroir; le second observateur se place en face du malade et regarde à travers l'objectif.

» 3° Les deux observateurs éclairent ensemble le fond de l'œil, munis

chacun d'un miroir, réalisant ainsi simultanément les deux premiers procédés. Ils regardent par le trou du miroir et bénéficient ainsi d'un double éclairage.

» L'emploi de cet objectif n'est pas limité à l'exploration seule du fond de l'œil, on peut toujours le placer sur le trajet des rayons lumineux dans les appareils qui servent à explorer les différentes cavités du corps, et permettre ainsi l'observation à deux personnes à la fois. Pour ce qui regarde l'exploration de l'œil, cet objectif a été expérimenté, en présence de M. Jamin, au Laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Résultats des expériences effectuées pour l'utilisation des eaux d'égout déversées dans la Seine.* Mémoire de **MM. Mille** et **Durand Claye.** (Extrait.)

« Dans le cours de l'année 1869, l'étude des collecteurs nous a montré deux grands exutoires, venant verser chaque jour, à Clichy et à Saint-Denis, 260000 mètres cubes d'eaux sales, recueillies sur la voie publique de la capitale, sorties des maisons particulières et des usines ou même de la voirie de Bondy. Ce flot vaseux produit un double effet : un effet *physique* en encombrant, chaque année, le fleuve de 120000 tonnes de dépôt solide; un effet *chimique* en polluant les eaux qu'avait rendues claires le vaste réseau des égouts de la capitale. L'origine et la nature même de cette pollution montrent cependant que le mal peut se transformer en bien, que toutes les matières organiques qui aujourd'hui viennent infecter le fleuve, pour aller finalement se perdre à la mer, représentent une somme d'engrais considérable et équivalent, par an, à 1500000 tonnes de fumier; les chaleurs du soleil d'été doivent permettre de pratiquer les arrosages, et les colmatages doivent pouvoir s'effectuer pendant l'hiver sans discontinuité, grâce au réchauffement qu'apportent avec elles les eaux d'égout.

» A côté de cette première partie, en quelque sorte théorique, nous avons d'écrit le système simple à l'aide duquel 5000 à 6000 mètres cubes d'eau du collecteur de Clichy sont élevés journellement et envoyés à l'origine de la plaine de Gennevilliers. Nous avons montré comment l'eau offerte librement à la culture trouvait, avant de retourner en Seine, les bassins d'épuration qui étaient comme la sauvegarde de la salubrité et donnaient toute indépendance respective à l'agriculture comme à l'administration. Puis, on a vu le service s'ouvrir en juin, se concentrer, tout d'abord, au

point de vue agricole sur quelques hectares appartenant à l'Administration, s'étendre peu à peu, et comprendre enfin près de 40 hectares, qui absorbent aujourd'hui, sans discontinuité, toute l'eau qui leur est offerte, et qui présentent une perméabilité dépassant tout ce que nous avions pu prévoir. De leur côté, les bassins ont servi constamment de complément à l'emploi direct après avoir épuré pendant les premiers mois les deux tiers de l'eau montée, ils sont fermés depuis le 1er octobre, mais sont toujours prêts à assurer l'assainissement, en se passant à la grande rigueur du concours de la culture.

» Quelle conclusion devons nous tirer de ces faits? Notre conclusion, c'est qu'il est temps d'aborder la solution définitive, en enlevant au fleuve la totalité des eaux d'égout, en leur faisant traverser la presqu'île de Gennevilliers, en les offrant à dépenser autant que possible en route au sol extraordinairement perméable de la plaine, en les épurant à la rigueur avant de les rejeter en Seine. L'expérience de l'année 1869 montre, jusqu'à l'évidence, que quelques centaines d'hectares suffiraient, par l'arrosage ou le colmatage, à dévorer les 260000 mètres cubes concentrés chaque jour par les collecteurs à Clichy et à Saint-Denis, et que d'autre part l'épuration peut s'étendre à ce même cube sans inconvénient. Quelle raison subsiste donc pour arrêter plus longtemps une amélioration réclamée énergiquement par les populations? Restreint à la plaine de Gennevilliers, le système coûtera environ 10 millions de francs, comme frais de première installation; l'exploitation grèvera la ville d'une dépense annuelle comprise entre 500000 et 1500000 francs, suivant que le cube épuré sera nul ou s'étendra au contraire à la totalité des eaux d'égout. Est-ce là une dépense hors de proportion avec le résultat à obtenir? Non; car, sans arriver encore au bénéfice financier possible, le fleuve présente incontestablement sur sa rive droite depuis Asnières un état déplorable; cet état cessera, et cette transformation sanitaire vaut déjà quelque chose. De plus, la plaine de Gennevilliers n'est pas riche, et plus de 2000 hectares situés à la porte de Paris rapportent de maigres récoltes de seigle, de pommes de terre, d'avoine, etc. La plaine aura sous la main un élément nouveau de fertilité et de richesse; elle peut devenir un grand centre de production pour les légumes, pour les plantes à racines, pour l'herbe. Laissons aux cultivateurs toute liberté; offrons-leur d'abord gratuitement nos eaux et nos dépôts; si les résultats sont bons, et ils le seront, la concurrence se créera; la *demande* se mettra en face de l'*offre*, et nous arriverons peu à peu à des tarifs d'abonnements, qui, par l'intermédiaire des régies intéressées, pourront venir chaque année compenser, en

partie, les sacrifices de la ville. Enfin dans l'intérieur même de Paris, une voie nouvelle sera ouverte à l'assainissement : aujourd'hui les galeries d'égout ne font qu'une partie du service qui leur incombe; les vidanges sont détournées de l'égout, ainsi que les ordures ménagères. Chaque nuit, chaque matin, des tonneaux et des tombereaux vont, à grands frais, transporter les déjections dans une banlieue qu'elles infectent; l'eau est chassée comme une ennemie des maisons d'ouvriers, parce qu'elle encombrerait les fosses. Les propriétaires payent des millions chaque année pour frais de vidange, et cependant la ville ne tire des vidanges traitées à Bondy qu'un revenu insignifiant (530 000 francs de recette, non compris les systèmes diviseurs, contre 466 000 francs de frais; produit net : 64 000 francs). L'exécution du projet que nous étudions enlèvera de la Seine la totalité des eaux d'égout, et rendra dès lors possible une réforme générale dans le service de l'assainissement, réforme absolument impraticable dans la situation actuelle. Aucune raison ne subsistera pour ne pas verser aux égouts la totalité des détritus de la capitale; le propriétaire, tout en gagnant sous le rapport de la salubrité, ne sera plus soumis qu'à une taxe modérée pour écoulement à l'égout, taxe bien inférieure à l'impôt actuel payé aux compagnies de vidanges, et qui cependant sera plus que suffisante pour rembourser à la ville ses frais d'épuration ou d'utilisation des eaux. Sans forcer personne, par le simple intérêt de salubrité ou d'argent, la transformation s'opérera sans secousses et sans ruines, marchant plus ou moins vite suivant les quartiers, suivant les ressources de la distribution d'eau, passant par les intermédiaires nécessaires, partant de la fosse fixe, pour arriver d'abord, s'il le faut, à la tinette, puis enfin à l'écoulement total direct, n'étant soumise qu'à une seule loi, la *salubrité*.

» En un mot, au point de vue technique, exécution d'un canal traversant la plaine de Gennevilliers avec service agricole *facultatif* en route et épuration *forcée* à l'extrémité; au point de vue général de restitution et d'assainissement, liberté pour le cultivateur dans la plaine, liberté pour le propriétaire dans Paris, tels sont les principes sur lesquels il nous semble utile de s'appuyer, tels sont les principes que la pratique journalière a fixés dans notre esprit. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la production artificielle de l'inversion des viscères.* Note de **M. C. Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai lu devant l'Académie, dans sa séance du 24 août 1868, un travail sur l'inversion des viscères et sur la possibilité de sa production artificielle,

travail dont j'énonçais ainsi la conclusion : « Je puis considérer comme un » fait acquis la possibilité de produire l'inversion des viscères en combi- » nant l'échauffement de l'œuf, par un point déterminé de sa surface, avec » l'action d'une température ambiante relativement basse. » Mais je n'avais pu alors déterminer cette température qui concourt à la production de l'inversion.

» Des expériences toutes récentes m'ont permis de déterminer cet élément du problème. J'ai constaté, en effet, l'existence d'un très-grand nombre d'embryons inverses dans deux séries d'œufs que j'avais soumis à l'incubation, d'après le mode indiqué dans mon Mémoire, la température du point de chauffe étant maintenue entre 41 et 42 degrés, et celle de la pièce où se faisait l'incubation subissant une oscillation de 12 à 16 degrés.

» Cette expérience m'a d'ailleurs fait connaître une condition nouvelle pour que l'inversion se produise : c'est que la température du point de chauffe ne doit pas dépasser un certain degré. J'ai voulu voir, en effet, si j'obtiendrais de semblables résultats en portant à 45 degrés la température des tuyaux de chauffe ; mais, en agissant ainsi, je n'ai provoqué aucune inversion. Donc la température des tuyaux de chauffe ne doit pas dépasser 42 degrés, et j'ai même lieu de penser qu'à la température de 39 ou 40 degrés les effets seraient encore aussi marqués.

» J'ai prolongé cette expérience pendant plusieurs jours, pour savoir ce que deviendraient ces embryons inverses. Tous ont été frappés d'hydropisie, par l'effet d'un arrêt de développement de l'aire vasculaire, qui, ainsi que je l'ai déjà montré dans une Communication faite à l'Académie le 10 septembre 1866, empêche le plus grand nombre des globules de se mêler au sang. J'ai constaté sur ces embryons toutes les conséquences de cette altération du sang, comme l'hydropisie de l'amnios, l'œdème général qui rend tous les tissus transparents comme de l'eau, l'hydropisie des vésicules cérébrales et médullaires. J'ai pu constater, de plus, un fait qui m'avait échappé dans mon travail sur l'anencéphalie et les hydropisies embryonnaires : c'est l'hypertrophie du cœur, qui prend alors un volume énorme : dans un de mes embryons inverses, le volume du cœur était beaucoup plus considérable que celui de la tête tout entière. D'ailleurs ces embryons étaient frappés d'un arrêt de développement, qui les avait maintenus tous à cette époque qui suit le retournement sur le jaune et qui précède l'apparition de l'allentoïde.

» Ainsi donc les mêmes conditions qui, dans mes expériences, ont produit l'inversion des viscères, produisent également une maladie qui paraît être un obstacle à peu près absolu à la prolongation de la vie de l'embryon

dans l'œuf. Il semble donc tout à fait impossible d'arriver à faire éclore des poulets frappés d'inversion. Toutefois, j'ai lieu de croire que les deux effets n'agissent pas sur l'embryon pendant la même période de la vie embryonnaire, et que, par conséquent, ils peuvent la dissocier. J'espère que l'expérience me l'apprendra bientôt.

» Ainsi donc, la production artificielle de l'inversion des viscères peut être déterminée dans les œufs de poule d'une manière certaine. J'ai déjà signalé de semblables faits, d'anomalies déterminées d'une manière certaine pour le blastoderme et l'aire vasculaire. Les expériences dont je viens d'indiquer les résultats prouvent qu'il en peut être de même pour l'embryon, et que, par conséquent, les causes des anomalies qui le frappent ne sont pas seulement des causes perturbatrices, comme celles que je signalais l'année dernière, mais qu'elles sont aussi des causes déterminantes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur les centres de moyenne position des étoiles filantes; par* M. **Chapelas.** (Extrait.)

» Quelle que soit l'époque de l'année, si l'on trace sur un même planisphère les positions et les directions des étoiles filantes par rapport à l'horizon et à la verticale, un premier examen de cette carte montre qu'il s'en présente sur tous les points du ciel et dans des directions très-variées. Mais, en poussant cet examen plus avant, on ne tarde pas à reconnaître que les météores qui ont la même direction azimutale sont tous rejetés, ou à peu près, dans la partie du ciel diamétralement opposée à cette direction; ce qui peut s'énoncer en disant : « Généralement, une étoile filante descend » vers l'horizon, et ne remonte pas la verticale. » Telle est la loi importante découverte par M. Coulvier-Gravier en 1845 : elle indiquait évidemment aux observateurs la manière de se placer par rapport à l'horizon, selon la direction des étoiles filantes qu'ils voulaient observer.

» Actuellement, si l'on examine avec soin les nombreux graphiques construits pour la démonstration pratique de cette loi, on est aussitôt frappé de ce fait très-curieux : que non-seulement tous les météores d'une même direction apparaissent dans la partie du ciel opposée à la direction qu'ils suivent, mais encore qu'ils semblent comme agglomérés en un certain point de cette partie du ciel, formant ainsi un véritable groupe.

» Or, le même fait se produisant pour les météores de chacune des seize directions azimutales, on arrive ainsi à distinguer seize groupes principaux

d'étoiles filantes : points singuliers que nous désignerons sous le nom de *centres de moyenne position des étoiles filantes*, et dont il nous a paru intéressant de déterminer la position exacte.

» Pour cela, considérant douze années riches en météores, et discutant ainsi une série de vingt mille cinq cent vingt-cinq observations, nous avons basé nos opérations sur le raisonnement suivant, appliqué jadis à un essai de ce genre, lequel n'avait fourni alors qu'un résultat incomplet (le résultat ne portant que sur une année) :

» Si, pour chacune des seize directions étudiées séparément et successivement, on suppose les étoiles filantes observées placées à la surface d'une même sphère idéale, dont le centre est l'œil de l'observateur, et que, par le milieu du chemin apparent de chaque météore, on mène une droite au centre de cette sphère, on obtient ainsi un certain nombre de droites ou rayons, que l'on peut considérer comme autant de forces égales, données de position par la connaissance de l'azimut et de l'angle zénithal de chaque étoile. Si l'on cherchait alors la résultante de toutes ces forces, le point où cette résultante vient percer la surface de la sphère idéale est ce que nous nommerons justement *le centre de moyenne position des étoiles filantes prises en considération.*

» Ce travail, qui n'a pas demandé moins de deux années d'études, nous a conduit aux résultats curieux que je vais analyser le plus brièvement possible.

» 1. En traçant la courbe polaire obtenue par l'azimut et la distance zénithale de chacun de ces seize centres ainsi calculés, on voit que, à part quelques petites irrégularités, tous ces groupes se trouvent répartis autour du zénith de l'observateur, suivant une ellipse très-régulière, dont les éléments sont très-variables suivant l'époque de l'année que l'on envisage, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant :

Mois.	Excentricités.	Inclinaisons.	Mois.	Excentricités.	Inclinaisons.
Janvier....	19° 53′	S.-S.-O., N.-N.-E.	Juillet....	3° 38′	E.-S.-E , O.-N.-O.
Février....	19.53	S., N.	Août.....	25.47	S.-E., N.-O.
Mars.....	12. 9	S.-S.-O., N.-N.-E.	Septembre..	5.26	S.-E., N.-O.
Avril.....	10.57	S.-S.-E., N.-N.-O.	Octobre...	3.37	S., N.
Mai......	17.12	S.-S.-E., N.-N.-O.	Novembre...	3.46	S.-S.-O., N.-N.-E.
Juin......	8. 3	E., O.	Décembre...	6. 7	S., N.

» Ceci posé, on se souvient que nos nombreuses observations ont fait ressortir cette loi importante de la variation mensuelle des étoiles filantes, par laquelle on sait que le nombre horaire moyen des étoiles filantes est

beaucoup plus considérable du solstice d'été au solstice d'hiver, c'est-à-dire lorsque la Terre va de l'aphélie au périhélie, ou se rapproche du Soleil; que du solstice d'hiver au solstice d'été, quand la Terre, s'éloignant du Soleil, va du périhélie à l'aphélie.

» Or, par la nature des calculs auxquels nous nous sommes livré dans ce travail, la distance zénithale de ces différents groupes étant évidemment en raison inverse du nombre des météores observés, il s'ensuit que l'excentricité de ces ellipses devait être plus grande dans la seconde période, c'est-à-dire de janvier à juin, que dans la première, de juin à janvier. En effet, l'excentricité moyenne des ellipses obtenues dans la seconde période est égale à 14° 41′, tandis que celle des courbes obtenues pendant la première période n'est que de 8° 3′.

» 2. Nos observations ont fait voir également que la direction moyenne des étoiles filantes subit une oscillation très-régulière; c'est ainsi que, de janvier en avril, cette résultante, étant au S., S.-S.-O., remonte vers l'E., de mai à septembre, pour redescendre encore vers le sud, de septembre à décembre.

» Si maintenant on examine les diverses inclinaisons affectées par ces ellipses, on voit clairement qu'elles sont en parfaite concordance avec les oscillations constatées pour la direction moyenne des étoiles filantes durant le cours de l'année. Les éléments de ces courbes dépendent donc uniquement du nombre et de la direction des météores observés. Par conséquent, on comprend de suite la nécessité de baser ces recherches sur une aussi grande masse de données, pour pouvoir arriver à un résultat satisfaisant.

» 3. Si, pour toute l'année, on calcule la distance zénithale moyenne de ces seize groupes d'étoiles filantes, on trouve pour valeur de l'angle zénithal 14°8′30″. Le phénomène, dans son ensemble, décrit donc autour du zénith de l'observateur, une circonférence d'un rayon égal à 14°8′30″, et parallèle au plan de l'horizon.

» Cette donnée est évidemment de la plus haute importance, car, connaissant la hauteur moyenne de la couche atmosphérique dans laquelle se passe le phénomène, elle permettrait de connaître, c'est-à-dire de pouvoir limiter avec une approximation suffisante, l'horizon visible des étoiles filantes pour chaque observateur. En d'autres termes, deux observateurs connaîtraient la distance à laquelle ils devraient se placer l'un de l'autre, pour jouir chacun d'un phénomène particulier, en tenant compte, bien en-

tendu, de la longueur moyenne des trajectoires, que nous avons estimée à 13°,8.

» 4. Actuellement, considérant pour chaque mois de l'année, ces seize groupes déterminés, et leur appliquant le raisonnement qui a servi de base à nos calculs; c'est-à-dire, joignant ces seize groupes au centre de la sphère idéale imaginée, si nous calculons la résultante de ces seize forces connues de position, le point où cette résultante viendra percer la surface de cette sphère nous fournira un centre nouveau, qui ne sera autre chose que le centre de gravité de ce système, et que nous pourrons regarder comme le centre de moyenne position du phénomène considéré dans son ensemble, ou mieux du phénomène condensé en un seul point.

» La position moyenne de ce groupe principal donne en azimut : 27°30' + N(N — NE); et en distance zénithale 5°30'.

» Or, si l'on fait attention que la direction générale moyenne des étoiles filantes, pour l'année entière, avoisine le sud, il est évident, d'après la loi que nous avons signalée au commencement de ce travail, que le lieu d'apparition général du phénomène doit se trouver rejeté dans la partie boréale du ciel, et d'autant plus rapproché du zénith que l'intensité de cette direction moyenne sera considérable : résultats qui se trouvent vérifiés, comme on peut le voir par les nombreuses planches annexées à ce travail.

» Enfin, en jetant les yeux sur ces figures, on peut voir également que, à aucune époque de l'année, ce centre de gravité ou groupe principal ne se trouve au centre même des ellipses obtenues, comme cela avait été indiqué en 1845; ce qui, du reste, serait tout à fait contraire à l'observation.

» Ces quelques résultats complètent ceux qui ont été acquis antérieurement; ils font ressortir la nécessité d'amasser avec persévérance des matériaux, sans lesquels on ne peut fournir que des particularités tout à fait accidentelles, qui s'anéantissent devant des observations nombreuses et faites avec soin. »

M. J. Girard adresse une Note intitulée « Application de la lumière polarisée à la photographie des cristaux microscopiques de certains sels ». Cette Note est accompagnée d'épreuves photographiques, obtenues par l'auteur sur quelques sels polarisants.

M. Trémaux adresse, à propos de la Communication récente de *M. Rosenstiehl* sur la nature de la force motrice qui produit les phénomènes d'endosmose, une Note ayant pour but d'établir que les principes admis par

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AVRIL 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Dumas** présente à l'Académie, au nom de *M. Pasteur*, actuellement en Italie, l'ouvrage intitulé : *Études sur la maladie des vers à soie, moyen pratique assuré de la combattre et d'en prévenir le retour*, qu'il vient de publier, comme résumé des travaux qu'il a accomplis pendant les missions que le Gouvernement lui a confiées.

» Cet ouvrage se compose de deux volumes. Le premier contient l'exposé des recherches propres à l'auteur sur les maladies des vers à soie, et les conclusions qu'il en tire; le second est consacré aux Documents et aux pièces justificatives.

» Des planches en couleur, nombreuses, d'une belle exécution, reproduisent avec fidélité les divers aspects du ver à soie sain aux âges caractéristiques de son existence, et ceux du ver à soie malade. L'état des tissus du ver sain ou malade, et leur apparence sous le microscope, ainsi que les signes microscopiques caractéristiques des maladies régnantes, ont fourni à l'auteur le sujet d'un certain nombre de figures qui ornent son ouvrage.

» Un rapide historique fait connaître la nature et la marche des maladies principales dont le ver à soie a été atteint, soit en France, soit dans les autres pays. M. Pasteur en distingue trois principales : la *muscardine*, la *pébrine* et la *flacherie*.

» La muscardine produite par le *Botrytis Bassiana*, qui semé sur le ver à soie envahit peu à peu tous ses tissus et le tue, a été peu à peu surmontée par l'emploi des lavages au sulfate de cuivre, appliqués aux magnaneries et à leur outillage. On peut la considérer comme ramenée aujourd'hui à un état purement accidentel, et sans portée industrielle.

» Il n'en est pas de même de la pébrine, qui a fait l'objet de l'ouvrage publié par notre confrère M. de Quatrefages, sous les auspices de l'Académie. C'est elle qui depuis vingt ans ravage les magnaneries de l'Europe, et même de l'Orient. M. Pasteur démontre que cette désastreuse épidémie doit être attribuée à l'envahissement du ver à soie par les corpuscules.

» Les corpuscules peuvent se montrer dans le ver à soie à toutes les époques, depuis la graine jusqu'au papillon. Leur nombre s'accroît cependant à mesure que la vie de l'insecte se prolonge, et il arrive à son maximum dans le papillon, lorsque l'animal n'a pas été victime de leur présence avant d'avoir atteint le dernier terme de son existence.

» Les corpuscules se rencontrent dans tous les tissus, dans tous les liquides, dans la matière même de la soie, et dans les déjections du ver.

» Ils se reproduisent et se multiplient au moyen de germes qui s'en séparent.

» Les corpuscules qui se rencontrent en quantités innombrables dans la poussière des magnaneries, ceux qui existent dans les cocons, les papillons, les chrysalides, à la surface des œufs, dans les débris de vers ou leurs déjections desséchés et conservés d'une année à l'autre, sont heureusement incapables d'engendrer la maladie. Ils sont privés de vie et n'ont pas la faculté de se reproduire.

» Il n'en est pas de même des corpuscules ou de leurs germes existants dans les œufs. Ceux-ci sont vivants comme les œufs et, après avoir traversé l'hiver à l'état latent, se développent avec eux, se multiplient dans les vers en éducation et en altèrent plus ou moins les conditions d'existence.

» La maladie des corpuscules se transmet par l'hérédité, par l'inoculation et par les aliments.

» Notre éminent confrère démontre par des expériences décisives et par une pratique étendue que pour se mettre à l'abri de la maladie des corpuscules, il faut préparer une graine qui en soit exempte, ce dont on est toujours certain quand elle provient de papillons qui n'en contiennent pas.

» Il démontre, en outre, que la maladie des corpuscules a toujours existé et qu'elle se manifeste partout. Si l'on exagère la production des graines, sans surveillance, on multiplie les vers corpusculeux à tel point, que toute éducation en devient impossible.

» Cependant, tout n'est pas perdu, car si l'on isole les vers pendant toute leur existence, la graine la plus malade fournira toujours quelques individus sains, capables de servir de point de départ à la régénération d'une race exempte de corpuscules.

» Ces circonstances expliquent comment tout pays producteur de graines peut commencer par fournir d'excellents produits et finir par des désastres, et surtout comment on ne peut compter pour l'alimentation permanente des contrées séricoles sur aucun pays producteur de graines, puisque les demandes qu'il cherche à satisfaire sont pour lui une cause certaine d'avilissement de la qualité.

» Notre confrère étudie ensuite la flacherie, qui a pour cause l'apparition et le développement d'un ferment en chapelets de grains. Il constate que cette maladie peut se présenter sous forme héréditaire, qu'elle se transmet par l'inoculation et par les aliments. Il en voit l'origine en certaines fermentations de la feuille de mûrier qui, se manifestant dans l'estomac des vers, produisent la flacherie provoquée ou accidentelle.

» Une graine saine garantit toujours contre la maladie des corpuscules et même contre la flacherie héréditaire. Mais, pour se mettre à l'abri de la flacherie accidentelle, il faut rendre les éducations précoces, préférer la feuille des mûriers non taillés, éviter l'emploi de feuilles de mûrier fermentées ou mouillées, modérer les repas, et donner aux vers un espace et une aération suffisants, surtout vers la fin de l'éducation, où les ravages de la flacherie sont plus à redouter. Il faut enfin des magnaneries bien tenues, car le ferment de la flacherie résiste pendant plusieurs années.

» Pour reconnaître si les vers sont corpusculeux, l'emploi du microscope est indispensable; pour savoir s'ils sont atteints de flacherie, il suffit de jeter un coup d'œil sur les tables. On ne doit donc être jamais trompé sous ce dernier rapport, s'il s'agit de faire grainer. Toute éducation envahie par la flacherie peut être condamnée au simple aspect par le magnanier.

» Notre confrère prouve, par de nombreux exemples, que le procédé de sélection qu'il conseille et qui consiste à isoler les couples et à ne considérer comme bonnes que les graines provenant de parents reconnus sains, a fourni en moyenne environ 40 kilogrammes de cocons par once de 25 grammes et même, dans certaines éducations bien conduites, jusqu'à 64 kilogrammes par once de 25 grammes.

» Les soins que l'Académie a donnés à l'étude de la maladie des vers à soie depuis plusieurs années par divers de ses Membres ont donc été con-

duits à leur terme par les travaux auxquels M. Pasteur, au détriment de sa santé, se consacre depuis cinq années avec tant d'activité, et qui lui ont mérité la reconnaissance de tous les hommes éclairés du midi de la France et le respect des sériculteurs de tous les pays.

» Sans doute, pour mener à bien une éducation de vers à soie, il faut encore des soins, de l'intelligence, de la prévoyance, une pratique exercée. M. Pasteur n'a pas cherché et n'a pas trouvé une recette qui dispense de toutes ces conditions. Il n'a pas appris non plus à faire des cocons beaux et abondants avec une graine infectée, mais il a appris à faire partout, et à coup sûr, une bonne graine et à la reproduire à volonté exempte de toute maladie héréditaire.

» Que les éducateurs suivent ses préceptes, et non-seulement ils verront reparaître l'ancienne prospérité de leur industrie, mais encore, on a lieu de le penser, elle prendra un essor inconnu des anciens sériculteurs. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur le retournement des Champignons; par* M. P. DUCHARTRE.

« Les études expérimentales et anatomiques des botanistes contemporains ont fait connaître, jusque dans leurs détails intimes, les phénomènes divers de la vie des plantes; elles en ont aussi, dans beaucoup de cas, fourni ou tout au moins préparé l'explication. Toutefois, il est certains faits qui, aujourd'hui encore, restent pour nous enveloppés d'une obscurité presque complète, non quant à leur manifestation qui frappe journellement nos regards, mais quant à la cause première dont ils sont l'effet appréciable à nos sens. Tels sont notamment les phénomènes de direction, les tendances en vertu desquelles nous voyons certains organes se porter constamment dans un sens déterminé ou, s'ils ont des surfaces étendues et bien distinctes, les maintenir dans une position fixe et invariable. Je me bornerai à rappeler, sous ce dernier rapport, l'exemple des feuilles ordinaires dont les deux faces sont dirigées régulièrement l'une vers le haut, l'autre, par conséquent vers le bas, et qui, dérangées à dessein de cette direction normale, soit une fois, soit plusieurs fois de suite, y retournent toujours, comme l'a démontré Bonnet, avec une insurmontable énergie, en effectuant une torsion sur leur partie basilaire.

» Pour rendre compte de ces curieux phénomènes, on a proposé des hypothèses dont certaines jouissent en ce moment d'une grande faveur, surtout de l'autre côté du Rhin : la pesanteur, l'inégalité de croissance, amenant une inégalité de tension dans les différents tissus, ont été particu-

l'auteur, et par quelques autres savants qui ont traité des sujets semblables, sont des cas particuliers de ceux qu'il a énoncés dans son ouvrage sur le « Principe universel de la vie, de tout mouvement, et de l'état de la matière », dont il adresse à l'Académie un exemplaire renfermant des additions.

« M. **Milne Edwards** présente, de la part de son fils, *M. Alphonse-Milne Edwards*, la 30e livraison de l'ouvrage *sur les Oiseaux fossiles*, et rend brièvement compte du contenu de ce fascicule. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Observatoire météorologique central de Montsouris. Bulletin du 1er au 31 mars 1870. Paris, 1870; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Étude sur la betterave à sucre; par M. Méhay, 1er, 2e, 3e et 4e Mémoires. Valenciennes et Compiègne; 4 br. in-8°. (2 exemplaires.)

De la mortalité dans l'armée et des moyens d'économiser la vie humaine; par M. J.-C. Chenu. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

Causeries scientifiques. Découvertes et inventions, progrès de la science et de l'industrie; par M. H. de Parville, 9e année (1869). Paris, 1870; 1 vol. in-12 avec figures.

Traité d'assainissement industriel comprenant la description des principaux procédés employés dans les centres manufacturiers de l'Europe occidentale, etc.; par M. Ch. de Freycinet, publié par ordre de S. Exc. M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. Paris, 1870; 1 vol. in-8°, avec atlas grand in-8°. (Adressé par l'auteur pour le concours du prix des Arts insalubres.)

Mémoire sur les Ascobolés; par M. E. Boudier. Paris, 1869; in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*.)

De l'influence de la température sur la mortalité de la ville de Montpellier; par M. A. CASTAN. Montpellier, 1870; in-8°. (Présenté par M. St. Laugier pour le concours du prix de Statistique, 1870.)

Causes de l'abandon et de la mortalité des nouveau-nés, et des moyens de les restreindre; par M. RÉZARD DE WOUVES. Paris, 1869; br. in-8°.

Observations critiques sur les expériences faites à Lyon à l'effet de s'assurer si les virus vaccins et varioliques sont un seul et même virus; par M. CASTEL. Nancy, 1865; br. in-8°.

Quelques considérations sur la vaccine et sur certaines expériences à tenter pour la régénérer. Nancy, 1863; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société d'Émulation des Vosges.*)

Étude sur le suicide et les maladies mentales dans le département de Seine-et-Marne, avec points de comparaison pris en France et à l'étranger; par M. E. LE ROY. Paris, 1870; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix de Statistique, 1870.)

Salubrité publique. La question des égouts à Reims; par M. le Dr BRÉBANT. Reims, sans date; br. in-8°.

Principe universel de la vie, du mouvement et de l'état de la matière; par M. P. TRÉMAUX. *Base expérimentale et application.* Paris, 1869; 1 vol in-12.

Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des Oiseaux fossiles de la France; par M. Alph.-Milne EDWARDS, liv. 26 à 30. Paris, 1870; in-4°, texte et planches.

Calcul élémentaire des triangles; par M. ZALIWSKI. Paris, 1870; opuscule in-4°.

*Observations sur les couches inférieures de l'*infra-lias *du midi de la France; par* M. HÉBERT. Paris, sans date; opuscule in-8°.

Sur les couches comprises dans le midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à Belemnites dilatatus, *en réponse à* M. Coquand; *par* M. HÉBERT. Paris, sans date; opuscule in-8°.

*Observation sur les caractères de la faune des calcaires de Strámberg (Moravie), et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'*étage tithonique; *par* M. HÉBERT. Paris, sans date; opuscule in-8.

Rapport sur un projet d'acclimatation du Llama péruvien dans les Pyrénées françaises; par M. N. JOLY. Toulouse, 1870; br. in-8°.

Hommage à la mémoire de M. Delezenne. Examen analytique de ses précieuses expériences d'acoustique musicale; par M. Ch. MEERENS. Paris, Bruxelles et Londres, 1869; br. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publiées par la Société

hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par M. E.-H. VON BAUMHAUER, t. IV. La Haye, 1869; in-8°.

Observations de Poulkova, publiées par M. Otto STRUVE. *Observations faites à la lunette méridienne.* Saint-Pétersbourg, 1869; 2 vol. grand in-4°, cartonnés.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. XIV, n°s 1 à 3; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 7e série, t. XII, n° 4; t. XIII, n° 8 et dernier; t. XIV, n°s 1 à 7. Saint-Pétersbourg, 1869; 9 numéros in-4°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal, n° 1, décembre 1868, t. Ier; n° 1, décembre 1869, t. II; in-4°.

Denkschriften... *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Vienne: classe des Sciences mathématiques et naturelles*, t. XXIX, Vienne, 1869; in-4° avec planches.

Handbuch... *Manuel de Mathématiques, Physique, Géodésie et Astronomie; par* M. R. WOLF, t. I, 2e liv. Zurich, 1870; in-8°.

Vierteljarsschrift... *Journal trimestriel de la Société astronomique de Leipzig*, 8e année, 1re partie. Leipzig, 1870; in-8°.

Schweizevische... *Observations météorologiques faites en Suisse, à l'Observatoire de Berne, mars, avril, mai* 1869. Sans lieu ni date; in-4°.

On the... *Sur les moyens mécaniques par lesquels le vol est réalisé dans le règne animal; par* M. James BELL-PETTIGREW. Londres, 1868; in-4°.

Notes... *Notes sur la comparaison des granits de Cornouailles et du Devonshire avec ceux de Leinster et de Mourne; par* M. S. HAUGHTON. (Extrait des *Proceedings of the royal Society.*) (3 exemplaires.)

On some... *Sur quelques principes élémentaires de la mécanique animale; par* M. S. HAUGHTON. (Extrait des *Proceedings of the royal Society.*) (3 exemplaires.)

Intorno... *Note sur le mode de formation du pus; par* M. le prof. TIGRI. Sienne, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Biblioteca... *Bibliothèque malacologique. Malacologie de la mer Rouge; par* M. Arthur ISSEL. Pise, 1869; 1 vol. in-8° avec planches. (Adressé par l'auteur au concours Savigny, 1870.)

Studi... *Études sur la régénération des vers à soie; par* M. L. CRIVELLI. Milan, 1870; br. in-12. (Présentée par M. le Maréchal Vaillant.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1870.

Annales de Chimie et de Physique; mars 1870; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; n°s 3 et 4, 1870; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; mars 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 6e livraison, 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 1, 1870; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; février 1870; in-8°.

Annales du Génie civil; mars 1870; in-8°.

Annales industrielles; n°s 7 à 9, 1870; in-4°.

Annales médico-psychologiques; mars 1870; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 1 à 7, 1870; in-8°.

Atti del reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti; t. XV, 1er cahier. Milan, 1870; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 147, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n^{os} des 28 février et 15 mars 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 2, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n°s 142 et 143, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 4e trimestre, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; janvier et février 1870; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; janvier et février 1870; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; mars 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 47 à 56, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; février et mars 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Philomathique; octobre à décembre 1869; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 1, 1870; in-8°.

lièrement invoquées comme les causes premières de ces faits, dont la production a semblé, par suite, avoir un caractère purement mécanique. Mais je crains qu'on ne se soit un peu trop hâté de généraliser à cet égard; qu'on n'ait attaché parfois une importance beaucoup trop grande à des particularités en réalité peu significatives; que, dans certains cas, on n'ait attribué à de simples vues de l'esprit la valeur de faits démonstratifs; enfin que, dans d'autres circonstances, on ne se soit borné à reculer la difficulté en prenant des mots pour des explications. J'essayerai ailleurs et un peu plus tard de montrer sur quoi sont basées mes craintes à ce sujet. En attendant, je crois devoir communiquer aujourd'hui à l'Académie des observations qui me paraissent avoir quelque intérêt, et qui prouvent que les Cryptogames ressemblent aux Phanérogames pour la faculté de ramener certains de leurs organes à une direction déterminée, quand ils en ont été détournés artificiellement ou par accident. Voici comment et dans quelles circonstances ces observations ont eu lieu.

» Dans un jardin situé à Meudon (Seine-et-Oise), on avait disposé d'une manière particulière un tonneau destiné à servir de réservoir pour l'eau des arrosements. C'était un fût de 225 litres environ, dont le fond était revêtu d'une épaisse couche de plâtre. Il était placé debout, et sa partie inférieure était enfoncée d'environ 25 centimètres, au-dessous du niveau du sol, logée dans une sorte de cuvette de bois, assez large pour laisser entre les deux un espace annulaire ouvert par le haut et large de 6 ou 7 centimètres. Le fond plâtré de ce tonneau étant dépassé, sur tout son pourtour, par un rebord haut de 8 centimètres, il en résultait sous lui un vide de la même hauteur. Je ne dois pas négliger d'ajouter que ce réservoir était maintenu toujours plein d'eau, et qu'il se trouvait à découvert, en plein midi, devant un mur. Il était donc fortement réchauffé par le soleil pendant les longues journées de l'été, et l'atmosphère confinée que renfermait l'espace vide situé sous lui était, par suite, à la fois chaude, humide et obscure.

» Dans ces conditions, la couche de plâtre qui formait le plafond de ce vide inférieur s'est comportée comme un sol favorisé à certains égards. Ayant eu occasion de l'examiner, à la fin du mois de septembre 1869, je l'ai trouvée chargée de plus de cent cinquante individus d'un petit Agaric-Coprin, arrivés alors à divers degrés de développement. Près de la moitié étaient déjà parvenus à l'état adulte; ils avaient de 3 à 4 centimètres de hauteur; leur pied ou stipe était grêle, cylindrique, et supportait un chapeau médiocrement convexe, mince, dont le diamètre variait de 12 à 15 millimètres. La couleur générale de ces petits Champignons était pâle, légèrement fauve, tandis que les lamelles ou feuillets qui garnissaient la face

inférieure de leur chapeau étaient d'une teinte violacée-brunâtre. Malheureusement, diverses circonstances me mirent dans l'impossibilité de déterminer immédiatement l'espèce à laquelle ils appartenaient, et, dès le lendemain, il n'en restait plus que de faibles vestiges informes. C'est donc avec doute que je les rapporterai, de souvenir, et d'après une indication de notre savant confrère M. L.-R. Tulasne, à l'*Agaricus* (*Coprinus*) *radians* Desmaz., bien que leur chapeau n'eût pas la largeur qu'on assigne à celui de cette espèce.

» Voici maintenant les particularités remarquables qu'ont présentées la production et le développement de ces Champignons.

» Leur groupe entier était cantonné sur un quart environ de la couche circulaire de plâtre et dans sa partie méridionale; les trois autres quarts n'en portaient pas un seul. Naissant du plafond de la cavité située sous le tonneau, ils s'étaient développés du haut en bas, par conséquent dans une direction inverse de celle qui leur est naturelle; seulement leur stipe s'était écarté de la verticale, au point de faire avec elle un angle d'au moins 30 degrés, en se dirigeant vers le nord.

» Cette première observation peut donner lieu à quelques remarques.

» Et d'abord, en s'écartant nettement de la verticale, tandis que leur développement s'opérait de haut en bas, le pied de ces petits Agarics a évidemment contrarié l'action de la pesanteur. Or, on sait qu'à l'exemple de M. Hofmeister et de M. J. Sachs, les physiologistes allemands font en général jouer un rôle majeur à cette force, dans la direction suivie par les organes des plantes : M. J. Sachs, en particulier, applique cette idée aux Champignons eux-mêmes. Après avoir énuméré les divers organes des Phanérogames qu'il regarde comme dirigés par la pesanteur, il ajoute relativement à ces Cryptogames : « Les papilles de l'hyménium des *Hydnum imbricatum* » et *repandum*, les tubes de celui des *Boletus* et les lamelles des Agarics » ont une tendance analogue à céder à la pesanteur. » (J. SACHS, *Physiol. végét.*, p. 104 de la traduction par M. Marc Micheli.) Pour se conformer à cette théorie (appliquée, il est vrai, spécialement aux lamelles), mes petits Agarics n'avaient qu'à suivre la verticale, et tous s'en sont écartés.

» En second lieu, il me semble fort difficile de deviner la cause de cette déviation vers le nord. Il a été reconnu que les Champignons en général tendent à se porter vers la lumière, de même que les Phanérogames. « Les » Champignons, a écrit Léveillé, dans son article *Mycologie* du *Dictionnaire* » *universel d'Histoire naturelle* (t. VIII, p. 465, 1846), comme tous les autres » végétaux, sont parfaitement influencés par la lumière; ils la recherchent » également. » Cet énoncé n'est que la déduction logique de faits observés

par plusieurs botanistes. S'il avait besoin d'une confirmation précise, je dirais que moi-même, ayant placé dernièrement, dans mon laboratoire, près d'une fenêtre ouverte à peu près au midi, un vase où se trouvaient plusieurs ergots de Froment chargés de leurs *Claviceps*, j'ai vu tous ces petits Champignons incliner à 45 degrés environ la partie supérieure de leur stipe pour porter leur tête vers le jour. Afin de prendre cette direction, ils avaient courbé leur pied, dans sa portion moyenne, en forme d'arc largement ouvert, au-dessous et au-dessus duquel il était resté rectiligne. Le pot a été alors retourné deux fois successivement, de telle sorte que la tête des *Claviceps* regardât le fond peu éclairé de la pièce Dans l'un et l'autre cas, ils ont effectué un nouveau changement de direction et ils ont reporté leur tête du côté du jour. Pour cela, leur pied a formé un nouvel arc, sur un autre point de sa longueur, sans effacer sa courbure antérieure et de manière à être finalement tout sinueux. La tendance des Champignons à se diriger vers la lumière est donc incontestable, du moins pour les exemples observés jusqu'à ce jour.

» Mais ce ne peut être pour ce motif que mes Coprins ont dévié de la verticale dans laquelle aurait dû les maintenir la pesanteur. L'espace dans lequel ils étaient ne recevait du jour par aucun point; d'ailleurs, ils se sont éloignés du midi, côté du soleil, pour se diriger vers le nord, côté de l'ombre. Au total, je ne soupçonne nullement quelle a pu être la cause de leur inclinaison.

» J'ajouterai qu'en s'écartant ainsi de la verticale, leur stipe est resté rectiligne sur toute sa longueur, et que, dès lors, son inclinaison a été uniforme; or je viens de dire que, pour les *Claviceps* qui se sont portés, à trois reprises successives, vers la lumière, les choses se sont passées tout autrement, à ce point que le stipe en est devenu très-sinueux.

» Outre cette inclinaison dont j'ignore la cause, mes petits Coprins m'ont offert une autre particularité bien plus digne encore d'être signalée.

» Par une conséquence nécessaire de la situation exceptionnelle dans laquelle ils s'étaient produits et développés, ces Champignons se trouvaient dans une direction opposée à celle qui leur est naturelle; en d'autres termes, leur chapeau avait sa face libre et nue, qui est habituellement supérieure, dirigée cette fois vers la terre, tandis que sa face hyméniale ou chargée de lamelles, qui regarde constamment en bas, se trouvait cette fois, par exception, tournée vers le ciel. Cette situation renversée s'est maintenue pendant la jeunesse du végétal, tant que son chapeau, jusqu'alors fortement concave et conformé à peu près en dé à coudre, a dû appliquer ses lamelles hyméniales contre le haut du stipe; mais, dès que le développe-

ment étant plus avancé, ce même chapeau a commencé de s'ouvrir, de s'étaler, et que dès lors ses lamelles se sont écartées du pied, celui-ci s'est coudé sur lui-même, à 5 millimètres environ au-dessous de son extrémité, pour rétablir les choses dans leur état normal, c'est-à-dire pour redresser le chapeau et diriger les lamelles vers le bas. Ce n'est pas une arcure graduelle qui s'est formée alors pour déterminer ce retour à la position naturelle; c'est un vrai coude, un angle très-prononcé, droit ou même un peu aigu, dont les côtés étaient formés par les deux portions du pied fort inégales en longueur, rectilignes l'une et l'autre, et dont l'une, allant de sa base à son coude, était quatre ou cinq fois plus longue que l'autre qui s'étendait de ce même coude à l'attache du chapeau.

» Cet étrange retournement s'est opéré, comme un fait général et sans exception, sur tous les individus, au nombre de plus d'une cinquantaine, qui arrivaient à l'état adulte. Il ne me semble guère possible d'en donner une explication tant soit peu satisfaisante. En effet, la structure anatomique du pied des Champignons résulte, comme on le sait, de la réunion d'un plus ou moins grand nombre de filaments cellulaires, semblables entre eux et analogues aussi à ceux qui restent isolés dans les petites formes filamenteuses ou dans les Hyphomycètes, et qui, chez ceux-ci, portent la fructification. On ne peut donc voir, sur un point quelconque de ce pied, une couche particulière de cellules, différente de l'ensemble, dans laquelle on soit autorisé à supposer l'existence d'une tendance à s'infléchir, s'arquer ou se couder. On ne peut pas davantage, ce me semble, faire intervenir, dans le cas présent, l'action de la pesanteur, car le fait observé consiste en ce que le chapeau, qui était d'abord dirigé vers le bas, a été relevé en sens inverse de l'action de cette force.

» Il est évident que le redressement du haut du stipe, qui a retourné le chapeau, a dû être produit parce que le tissu cellulaire dont est composé ce stipe s'est brusquement allongé, sur un côté, beaucoup plus que celui qui se trouvait du côté opposé, sur un même plan horizontal; c'est le fait réel et brut, si je puis m'exprimer ainsi, mais nullement son explication. Dirons-nous, pour employer un mot aujourd'hui fort en vogue, que la portion de tissu, qui a été active dans ce redressement, a pris, au moment convenable, une *tension* supérieure à celle du tissu qui occupait le côté opposé? Mais nous ne ferons ainsi pas autre chose que substituer un mot ayant l'apparence scientifique à des expressions de la langue usuelle, sans ajouter ni une idée, ni, à plus forte raison, une démonstration; il restera toujours à expliquer comment et par quelle cause cet excès d'allongement unilatéral, ou cette tension locale, a pu survenir dans un organe

Bulletin de Statistique municipale; octobre, novembre et décembre 1869; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 28 février, 15 et 31 mars 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 10 à 14, 1870; in-8°

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 11, 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 2, 1870; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 10 à 13, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 16 à 26, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 5, 12, 19, 26 mars 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 25 à 40, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 9 à 14, 1870; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* janvier 1870; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n° 9 à 13, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mars 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 88 à 90, 1870; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; janvier et février 1870; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 23 à 25, 1870; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; décembre 1869 et janvier 1870; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 janvier 1870; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; janvier 1870; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mars 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 6 à 9, 1870; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 47 à 51, 1870; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 6 et 7, 1870; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 9 à 14, 1870; in-4°.

L'Aéronaute; février 1870; in-8°.

L'Art dentaire; février et mars 1870; in-8°.

L'Art médical; mars 1870; in-8°.

La Santé publique; n°s 59 à 63, 1870; in-4°.

Le Gaz; n° 2, 1870; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 24, 1869; n° 1er, 1870; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 10 à 14, 1870; in-4°.

Les Mondes; nos des 3, 10, 17, 24, 31 mars 1870; in-8°.

L'Imprimerie; n° 74, 1870; in-4°.

Magasin pittoresque; février 1870; in-4°.

Marseille médical, n° 3, 1870; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; n° 4, 1870; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de médecine; mars 1870; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; 1er mars et 1er avril 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris, 27 février au 31 mars 1870; in-4°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; nos 7 à 9, t. XI, 1870; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; février et mars 1870; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 14 à 18, 1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 3, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 5 à 7, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 17 à 21, 1870; in-8°.

Revue maritime et coloniale; mars et avril 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; mars 1870; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; fascicules 11 et 12, 1870; in-4°.

The Academy; n° 6, 1870; in-4°.

The Scientific Review; nos 3 et 4, 1870; in-4°.

ERRATUM.

(Séance du 21 mars 1870.)

Page 612, ligne 1, *au lieu de* M. Castel adresse, de Rouen, *lisez* M. Castel adresse, de Nancy.

où rien n'y était prédisposé, et par cela seul qu'une situation exceptionnelle du Champignon avait renversé la direction naturelle de ses organes.

» Au reste, la tendance des Champignons à reporter vers le haut leur chapeau ou leur tête fructifère, lorsqu'une circonstance quelconque en a renversé la direction normale, ne paraît pas être un fait isolé ou accidentel; c'est ce que montre l'expérience suivante.

» Profitant de ce que j'avais sous la main, au mois de février dernier, des ergots (de Froment) chargés chacun de plusieurs *Claviceps*, j'en ai enlevé un avec une petite partie du sable fin sur lequel il avait été semé, et j'ai disposé le tout renversé sur un tube de verre, de telle sorte que les sept petits Champignons que comprenait le groupe fussent dirigés de haut en bas. Ce sable a été maintenu constamment humide, et le tube a été recouvert d'une petite cloche reposant sur un vase de verre dont le fond était occupé par une couche d'eau. Grâce à cette humidité constante, les *Claviceps* sont restés en parfait état jusqu'à la fin du mois de mars, époque à laquelle j'ai terminé l'expérience, parce qu'elle m'avait donné tout ce que je pouvais en attendre. Dans cet espace de temps, ils ont tous recourbé la partie supérieure (devenue inférieure, par suite de la disposition adoptée) de leur stipe, pour redresser leur tête et la diriger vers le ciel. Pour cela, ils ont formé, non pas un coude brusque, comme les Coprins de ma première observation, mais bien un arc à peu près régulier, de 3 à 5 millimètres de rayon. Cette courbure a été plus ou moins forte dans les différents sujets; l'un d'eux a fini par dessiner un cercle presque entier, tandis que les autres n'ont guère décrit qu'une demi-circonférence, ou, redressant verticalement leur portion supérieure à la courbe, ont pris la configuration d'un U à deux branches inégales.

» Le résultat de cette expérience sur le *Claviceps purpurea*, rapproché des faits que m'avaient offerts les Coprins, me semble rendre plus difficile encore l'application de l'idée d'après laquelle la direction normale de la portion fructifère des Champignons devrait être attribuée à l'influence de la pesanteur. D'abord, pour que, dans le chapeau d'un Agaric, la portion hyméniale (les lamelles) fût maintenue constamment en bas par cette cause, il faudrait, si je ne me trompe, que la gravité agît plus énergiquement sur elle que sur la partie supérieure du même organe; en d'autres termes, il faudrait que ces lamelles, que séparent de profondes et souvent larges fissures, formassent un ensemble plus dense que la masse continue, pleine et sans interruption au-dessous de laquelle elles s'attachent; or je crois qu'il serait peu facile de montrer qu'il en soit ainsi. En outre, en admet-

tant que telle pût être la réalité des faits pour un Agaric, comment étendre une semblable interprétation au redressement des *Claviceps?* En effet, comme on peut le voir dans le texte et sur les figures du beau Mémoire de M. L.-R. Tulasne, la tête globuleuse ou très-faiblement déprimée de ceux-ci est homogène et symétrique sur tout son pourtour; dans toute l'étendue de sa zone externe sont creusés des conceptacles égaux entre eux et répartis également. Il n'existe donc point, dans ce corps symétrique, de portion sur laquelle la pesanteur puisse agir avec plus d'énergie que sur les autres. Dès lors aussi je ne crois pas que rien autorise à faire intervenir, dans ce cas, l'hypothèse basée sur une action inégale de la pesanteur.

» Quoi qu'il en soit à cet égard, les faits que je viens de rapporter, tout en restant inexpliqués, n'en méritent pas moins, ce me semble, d'attirer l'attention des physiologistes : c'est la considération qui m'a déterminé à les communiquer aujourd'hui à l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Création d'une race blanche d'Axolotls à la Ménagerie des Reptiles du Muséum d'histoire naturelle, et remarques sur la transformation de ces Batraciens; par* **M. Aug. Duméril.**

« A la fin de novembre 1868, la Ménagerie a reçu, de M. Méhédin, un Axolotl complétement blanc, à l'exception d'un point du dos qui porte une tache noire grande comme une lentille. Il est très analogue aux Axolotls d'un vert noirâtre que le Jardin d'acclimatation a donnés au Muséum en janvier 1864, et sur lesquels j'ai appelé l'attention de l'Académie à plusieurs reprises, mais particulièrement en novembre 1865 (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 775) à cause des transformations qu'ils ont subies. Ce sujet très-remarquable, qui est un mâle, semble constituer simplement une variété albine.

» Désireux de savoir s'il pourrait, avec des femelles de coloration habituelle, créer une race blanche, je lui fis consacrer un aquarium particulier, où furent placées, en même temps, quelques-unes de ces femelles. Dans le courant des années 1867 et 1868, plusieurs fécondations eurent lieu, et un assez grand nombre de nouveau-nés se montrèrent, dès les premiers instants qui suivirent l'éclosion, revêtus d'une robe beaucoup moins sombre qu'à l'ordinaire. Cette modification des couleurs persista, chez la plupart, d'une façon très-notable. Aussi, pour continuer l'expérience, les femelles provenant de cette première génération, et dont les teintes étaient les plus pâles, furent-elles introduites, quand elles devinrent aptes à se reproduire,

dans l'aquarium où leur père, resté seul après les pontes dont je viens de parler, ne tarda pas à féconder les œufs abandonnés par les nouvelles venues.

» Les embryons étaient encore enfermés dans leurs enveloppes, que, déjà, sur beaucoup, l'albinisme commençait à se manifester. Il s'est prononcé de plus en plus, à mesure que le développement s'est effectué, et il est presque complet aujourd'hui. On ne peut donc pas douter que les jeunes qui proviendront des femelles de cette seconde génération dont les œufs seront fécondés par le sujet blanc d'origine mexicaine, ne soient parfaitement semblables à ce dernier. Dans quelques mois seulement, les albinos auront atteint l'époque où la reproduction peut s'accomplir, mais il est facile de prévoir, dès maintenant, qu'une abondante population blanche garnira les bassins de la Ménagerie en 1871.

» Déjà, deux de ces sujets de teinte blanche, âgés maintenant de dix mois, ont perdu leurs branchies ainsi que les crêtes dorsale et caudale, et ont, par conséquent, subi une métamorphose complète et sont devenus des Amblystomes.

» En mentionnant ces deux nouveaux cas de transformation, ce qui en porte le nombre, jusqu'à ce jour, à vingt-neuf seulement, quoique l'espèce se multiplie en très-grande abondance, je dois faire observer que les changements dont il s'agit sont toujours survenus chez des individus qui ne s'étaient point encore reproduits. Si l'époque où, d'ordinaire, je les ai vus apparaître, c'est-à-dire la fin de la première année de l'existence, est franchie sans qu'ils commencent à se manifester, l'animal reste sous sa forme primitive. Ce sont les jeunes Axolotls qui se transforment.

» Parmi ces derniers, qui ont revêtu la forme d'Amblystomes, aucune reproduction n'a encore eu lieu.

» Afin de m'assurer si les mâles, bien reconnaissables à l'extérieur comme avant la métamorphose, féconderaient des œufs de femelles non encore privées de leurs caractères de têtards, plusieurs de ces dernières leur ont été données pour compagnes, mais aucune ponte n'a eu lieu. Au bout d'un temps dont la durée était suffisante pour démontrer l'inutilité d'une plus longue cohabitation, les femelles furent remplacées par des mâles à branchies extérieures. Cette nouvelle tentative, destinée à exciter les femelles transformées à pondre, resta également sans résultat.

» La stérilité est-elle donc un état physiologique normal? Le volume de certaines femelles semble cependant indiquer la présence d'œufs dans les ovaires; et je viens, en effet, d'en trouver une assez grande quantité chez

l'une d'elles, sacrifiée dans le but maintenant atteint d'arriver à savoir ce qu'il fallait penser d'une telle supposition. Les glandes ovariques et leur produit, ainsi que les oviductes, n'étaient pas encore arrivés au degré de développement annonçant une ponte prochaine. Ils étaient exactement semblables à ce que représentent, sous le nom d'état virginal, les *fig.* 3 et 4 de la *Pl. XXIII*, annexée au travail de Everard Home [*An account of the org. of generat. of the Mexican Proteus* (Axolotl) : *Philosoph. Trans. Roy. Soc.*, 1824, p. 419-423].

» Si la formation des œufs est postérieure à l'époque où l'animal a revêtu sa nouvelle forme, il est étonnant que la vie en commun, durant plusieurs années, d'individus de sexe différent n'ait amené ni ponte ni fécondation. Ou bien peut-on admettre l'hypothèse, dont je ne saurais, il est vrai, fournir, quant à présent, aucune preuve, que le travail des ovaires avait déjà commencé au moment du début des mutations extérieures et internes, et que, par le fait même de ces dernières, il aurait été arrêté dans son évolution?

» Chez un mâle transformé, ouvert en même temps que la femelle, les glandes spermatiques contiennent des masses énormes de spermatozoïdes. Ils semblent, au premier aspect, comparables en tout point, par leur configuration et par leurs dimensions, à ceux que j'ai vus au moment de la reproduction des non transformés (*Nouv. Arch. du Mus.*, t. II, figure à la page 271). Cependant une recherche attentive ne m'a pas permis d'y trouver le contour ondulé, constitué par la membrane plissée propre aux spermatozoïdes arrivés à leur état parfait.

» M. de Quatrefages, qui les a soumis également à un examen microscopique, n'a pas vu non plus cette membrane plissée. On peut conclure, avec lui, de l'absence d'un caractère si essentiel, qu'ils n'ont pas atteint le degré de perfection auquel ils doivent parvenir pour être aptes à jouer, dans l'acte de la fécondation, le rôle qui leur appartient.

» Je les ai vus dans l'immobilité, mais M. de Quatrefages a été témoin de quelques mouvements lents et raides, analogues à ceux de certains Oscillaires et par lesquels ils semblaient tendre à démêler leur enchevêtrement. Un grand nombre s'est mis à vibrer. C'était une sorte de petit tremblement du filament, sans qu'il en résultât aucune de ces translations si fréquentes, lorsqu'on a sous les yeux des spermatozoïdes à contour ondulé.

» En résumé, la membrane, qui est l'une des particularités importantes de leur structure, manque, et les mouvements sont incomplets. Enfin, les

organes femelles, je l'ai dit, ne se montrent pas sous l'aspect qu'ils offrent quand le moment de la ponte approche (*voy.* pour plus de détails *Nouv. Arch. du Mus.*, t. V, *Bullet.*, p. 56-59).

» L'hypothèse à laquelle mon savant confrère est tenté de s'arrêter, est que les spermatozoïdes, comme les œufs, seraient frappés d'arrêt de développement. Les Axolotls auraient ainsi de l'analogie avec les mulets, dont l'infécondité est attribuée à une cause semblable.

» Ne pourrait-il pas arriver cependant que, après un temps d'arrêt d'une durée indéterminée, le développement du contenu des organes sexuels s'achevât, et que les faits vinssent, quoique cela paraisse peu probable, démontrer que cet arrêt n'est pas définitif?

» En présence de semblables difficultés pour comprendre la véritable signification des faits curieux dont il s'agit, je reconnais, avec M. de Quatrefages, que l'Amblystomien issu de l'Axolotl est une véritable énigme scientifique.

» Je crois devoir rappeler ici que, frappé dès le début de l'étrangeté des phénomènes qui se produisaient sous mes yeux, je me suis toujours tenu, en les faisant connaître (1), dans une réserve extrême, où je persiste relativement aux déductions à en tirer. »

ZOOLOGIE. — *Note accompagnant la présentation d'un ouvrage intitulé :* Histoire naturelle et médicale de la Chique, *Rhynchoprion penetrans* (Oken), avec cette épigraphe : *Tanta tantillæ bestiæ pestis!* (DOBRIZHOFFER, *Historia de Abiponibus*); *par* **M. GUYON.**

« Cet ouvrage est une Monographie divisée en douze parties et accompagnée de cinq planches.

» La Chique est la *Nigua* des Espagnols (2), le *Bicho* et le *Bicho des pes* ou *de pe* (ver du pied) des Portugais, le *Chegoe* des Anglais, le *Sandfloh* (puce de sable) des Allemands, etc.

» De toutes les espèces animales du nouveau monde, la Chique, sous le nom de *Nigua*, est, sans contredit, la plus anciennement connue. Oviedo, le premier historien du nouveau monde, comme il l'est aussi de la *Nigua*,

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 1866, t. II, p. 265 et suiv., *Pl. X.* — *Bulletin de la Société impér. d'acclimatation*, 1866, p. 79 et suiv., avec figures. — *Annales des Sciences naturelles. Zoologie*, série V, 1867, t. VII, p. 22 et suiv., avec figures.

(2) Le *Pique* (é) des Espagnols du Paraguay.

lui a consacré tout un chapitre, ou peu s'en faut (1), de son ouvrage intitulé : *De la natural historia de las Indias* (Tolède, 1526). Dans la description qu'il en fait, il dit, entre autres choses :

« Elle saute comme la puce, fors qu'elle est plus petite. Elle vit dans la poussière et s'attaque surtout aux pieds, où elle s'introduit entre *cuir et chair*. Alors on éprouve des » démangeaisons comme celles produites par la gale, mais plus fortes. Dans leur ignorance » sur l'existence de l'insecte, beaucoup d'Espagnols, qui en étaient atteints, en perdirent les » orteils et souventefois les pieds. » Oviedo, lui-même, a eu des *Niguas* aux pieds. « Moi-» mesme, dit-il, je les ai eus aux pieds, étant dans ces isles et en terre ferme. »

» Les successeurs d'Oviedo, jusqu'à la fin du siècle dernier, ont peu ajouté à ce qu'il en avait dit; ils vont même jusqu'à répéter l'erreur qui lui est échappée, à savoir : que l'insecte pourrait se reproduire, *tout entier*, sur le sujet où il s'implante pour accomplir l'œuvre de la gestation.

» Un riche établissement de l'*Isle hespagnole*, et l'un des premiers fondés par les conquérants, portait le nom de *Nigua*. Or ce nom de *Nigua* lui venait des *Niguas* qui l'infestaient. « *Nigua*, fort riche, dit Oviedo, a prins » son nom de la maudiste beste qui entre es pieds. »

» L'insecte se rencontre dans toutes les régions tropicales du continent américain et dans les îles qui s'y rattachent, à l'est et à l'ouest; il s'étend même au delà, et de plusieurs degrés, mais sans atteindre, ni dans le nord, ni dans le sud, le 30e degré de latitude (2). Bien que, dans toutes ces contrées, on le rencontre en toute saison, la saison des chaleurs est pourtant celle qui lui est la plus favorable.

» Il peut exister, par importation, soit à l'état de liberté, soit à l'état parasitaire, par des latitudes plus élevées, telles que celle des Canaries (3), celle de Toulon (4), et même celle de Paris, où il a été observé en 1867, à l'état parasitaire (5). Il peut exister également, sous l'un et l'autre état, par

(1) Le *Chapitre VIII*, traitant des maladies qui affligèrent les Espagnols restés à Saint-Domingue, dans l'intervalle du premier au deuxième voyage de Christophe Colomb.

(2) *Amérique du Nord*. Observé à Nassau (île de la Providence), par 25°4′33″ de latitude.

Amérique du Sud, côte orientale. Observé à San Borja (rive gauche de l'Uraguay), par 28°40′ de latitude.

Amérique du Sud, côte occidentale. Observé à Coquimbo ou La Serena, par 29°54′10″ de latitude.

(3) Y a été constaté en 1866, à bord de la frégate *l'Amazone*, venant de Cayenne.

(4) Y a été constaté en 1867, à bord de la même frégate, plus de six mois après son départ de Cayenne.

(5) Par les docteurs Laboulbène, Gage et l'Auteur.

une altitude plus élevée que celle où il s'arrête normalement, mais tout chiffre, à cet égard, fait absolument défaut.

» L'altitude à laquelle l'insecte peut s'élever varie selon la distance de l'équateur, où il existe à l'altitude de 3100 mètres. Cette altitude est celle de Tuquerres (province de Pasto), situé par un degré de latitude nord (1).

» Par une certaine latitude, comme par une certaine altitude, deux points encore à déterminer d'une manière *précise*, la Chique se rencontre avec la puce ordinaire, *Pulex irritans* (2).

» Son *habitat*, à la ville et à la campagne, est celui de l'homme et des animaux domestiques, et, loin des lieux habités, ceux fréquentés par des animaux sauvages. Dans les habitations, il recherche la poussière, l'âtre des foyers, etc. Il est multiplié dans les écuries et surtout dans les porcheries. Aussi, de tous les animaux, le porc est-il celui qui en est à la fois le plus souvent et le plus grièvement atteint, et c'est à ce point que, presque partout où l'insecte existe, le porc en est considéré comme le conservateur, au point de vue de l'espèce.

» L'insecte, pendant longtemps, n'a appelé l'attention des voyageurs que par les accidents produits par son parasitisme. A la fin, pourtant, il est devenu, pour lui-même, l'objet d'études sérieuses. En première ligne, dans cette voie, se présente un auteur anonyme qui, en 1733, signale la si remarquable circulation de l'insecte à l'état parasitaire. C'était une vive lumière au milieu des ténèbres qui, depuis, se sont prolongées jusqu'à Pohl et Kollar, c'est-à-dire durant tout un siècle. Cependant, il faut tenir compte de l'indication faite par Sloane en 1703, renouvelée par Ulloa en 1748, et par Swartz en 1784, de *filaments* existant entre l'insecte et le

---

(1) *Amérique du Nord.* S'observe jusqu'à 2661 mètres d'altitude à Santa-Fé-de-Bogota, situé par 4° 23′ 8″ de latitude; mais il ne se voit plus à l'altitude de 2274 mètres à Mexico, situé par 19° 25′ 45″ de latitude, non plus qu'à celle de 2084 mètres dans le Guana-Juato, situé entre le 20e degré de latitude et le 21° 44″. Au Mexique, en 1862, nos troupes en ont souffert sur le plateau de Pérote, et, en 1863, à Orizaba, dont l'altitude est de 1230 mètres.

Amérique du Sud. A été observé à 310 mètres d'altitude à Oran (Confédération argentine), situé par 23° 71′ de latitude. Par cette même altitude, tout insecte a disparu à l'altitude de 2500 mètres.

(2) Ils se rencontrent dans l'Amérique du Nord, savoir : 1° à Saint-Augustin (grande *hacienda*), au pied du volcan Atitlan, situé par 15° 41′ de latitude, et dont l'altitude n'est que de 610 mètres; 2° à Coban (Haute Vera-Pax), situé par 14° 56′ de latitude, et dont l'altitude est de 1328 mètres; 3° à Guatémala (capitale de la république du même nom), située par 14° 56′ de latitude, et dont l'altitude mesure 1528 mètres.

derme, et que, tous trois, considèrent comme des *racines* destinées à fixer le parasite sur le dernier. On doit aussi à Ulloa ou, pour mieux dire, à Joseph de Jussieu (1), d'avoir signalé le premier, au nombre des accidents produits par le parasitisme, le tétanos quelquefois, et souvent la tuméfaction des glandes fémorales, alors que l'insecte siége au pied.

» Pohl et Kollar, pour l'étudier, s'armant du microscope, ont imprimé, à cette étude, une impulsion nouvelle. C'était tout au commencement de 1832, et, en cette même année, peu après eux, se présente Rengger, auteur de précieuses observations sur la gestation de l'insecte, sur sa larve, etc. Viennent ensuite les études anatomiques d'Antoine Dugès et de M. Guérin-Méneville sur quelques-unes de ses parties, et qui, depuis, ont été étendues à l'insecte *tout entier*, d'abord par M. Karsten en 1865, puis par M. Bonnet en 1867.

» La Chique est le *Pulex penetrans* de Linné, aujourd'hui le *Rhynchoprion* (bec en scie) *penetrans*, genre créé par Oken en 1815, de l'ordre des APHANIPTÈRES, d'après les deux ailes rudimentaires et transparentes insérées au métathorax (Bonnet). Les femelles sont plus nombreuses que les mâles, dans la proportion de cinq à un, d'après M. Bonnet.

» La piqûre en est incommode comme celle de la puce, mais elle est à la fois plus prompte et plus vive que la dernière, à raison de la plus grande délicatesse de ses organes perforateurs. Il a été décrit en 1867, par M. Karsten, de Berlin, et, peu après, par M. Bonnet, de la Marine impériale.

» Bien que la Chique du singe, du chien, du porc, etc., paraisse absolument identique à celle de l'homme, Joseph de Jussieu (dans Ulloa), Justin Goudot, ainsi que MM. Karsten et Bonnet, dans ces tous derniers temps, seraient disposés à admettre l'existence de plusieurs espèces de Chique. Toujours est-il qu'il existe à Cayenne une Chique connue sous le nom de *Chique d'eau*, et dont la femelle diffère beaucoup de celle de la Chique ordinaire (abdomen plus allongé, cylindrique; anneaux plus espacés et saillants); seulement, jusqu'à présent ou, pour mieux dire, jusqu'à M. Bonnet, à qui on doit la connaissance de la *Chique d'eau*, on n'en a pas encore rencontré le mâle.

» La *Chique d'eau*, fécondée, s'introduit dans la peau, comme la Chique

---

(1) C'est à lui, en effet, que doivent être rapportées toutes les observations d'Ulloa sur la *Nigua*. Joseph de Jussieu, comme on sait, faisait partie, comme botaniste, des savants chargés de l'*Exploration scientifique de l'Amérique méridionale*, sous la direction du capitaine de vaisseau Ulloa.

femelle ordinaire, également fécondée; elle y acquiert même un volume supérieur à la dernière, mais ce volume est surtout constitué par de la sérosité : les œufs y sont en petite quantité, alors même qu'ils n'y font pas complétement défaut. Seule, cette circonstance pourrait faire douter de l'existence, *comme espèce*, de la Chique d'eau.

» L'insecte se nourrit en suçant le sang de l'homme et des animaux à sang chaud, et c'est ce qu'il fait à l'instar de la puce, c'est-à-dire à travers l'épiderme. Il en est ainsi pour les deux sexes jusqu'au moment où la femelle passe, de son état de liberté, à son état parasitaire ou de captivité. Alors sa succion, à elle, au lieu de s'opérer à travers l'épiderme, comme avant, s'opère au-dessous et sous son abri, en quelque sorte. Cette autre succion, en outre, au lieu d'être passagère, comme la première, est, sinon continue, du moins presque continue; elle s'exerce en même temps sur une plus grande échelle, le sang qu'elle fournit devant alimenter à la fois la mère et sa progéniture ou ses œufs.

» L'insecte, ayant acquis tout son développement, s'accouple, et cet accouplement se fait à l'inverse de celui de la puce, c'est-à-dire le mâle placé sur la femelle. Après quoi, l'insecte cherche un sujet sur lequel il puisse s'introduire, homme ou animal; puis, l'ayant trouvé, il y choisit la partie qui lui paraît la mieux appropriée à la nouvelle existence où il va passer. Là, il perfore obliquement l'épiderme et s'arrête sur le derme, où il implante son suçoir. Il s'établit dès lors, entre l'insecte et le sujet sur lequel il se trouve, un système de circulation accommodé à son nouveau mode d'existence.

» Passé à l'état parasitaire, l'insecte ne communique plus avec l'air extérieur que par les dernières trachées qui lui restent, au nombre de quatre ou deux paires. Les autres se sont effacées par suite des grandes modifications subies par son développement abdominal; il en est, en quelque sorte, absorbé. Témoins de son extraction dans cet état, des voyageurs au Pérou, en 1534 (1), l'ont comparé aux larves qu'on trouve dans les avelines (*gusanillos semejentes à los que se hallan en las avelinas*). Cette comparaison laisse beaucoup à désirer. La meilleure qui en ait été faite jusqu'à présent est celle qui le compare à une perle déprimée, ou bien encore soit au fruit du *Viscum album*, soit à celui de la *Tournefortia hirsutissima*. Cette plante est l'*herbe à Chiques* des colons des Antilles.

(1) D. Andres Gonzalez Barcia, *Historia y descubrimiento de el Rio de la Plata y Paraguay, el ano de* 1534, t. III; Madrid, 1759.

» L'insecte se maintient dans son existence parasitaire jusqu'au terme de la gestation, c'est-à-dire jusqu'à la maturité des œufs. Ceux-ci, alors, sont expulsés ou par l'insecte toujours retenu emprisonné sous l'épiderme, ou bien il est expulsé lui-même avec ses œufs. Cette dernière expulsion est la conséquence d'un travail éliminatoire déterminé par sa présence sur le derme.

» Il est rare, bien rare que l'insecte, dans le parasitisme, atteigne au terme normal de la gestation, soit chez l'homme, qui s'en débarrasse plus ou moins vite, à moins qu'il ne soit inconscient de sa propre existence, comme le crétin, le lépreux, le paralytique; soit chez les animaux qui, eux, s'en débarrassent en le détruisant, les uns en se frottant contre des corps durs, les autres avec les moyens de défense qui leur ont été départis par la nature, à savoir les dents et les ongles pour les mammifères, le bec et les pattes pour les oiseaux.

» De cette destruction presque générale de l'insecte, à une époque plus ou moins éloignée de la maturité des œufs, résulterait que la continuation de l'espèce se trouverait fortement compromise, si la nature ne l'avait assurée de la manière exposée dans le Mémoire.

» La Chique subit, comme la puce, toutes les métamorphoses de la plupart des insectes.

» Swartz, dès 1788, avait aperçu la chrysalide, dont il donne la description; mais, chose étrange! il ne dit absolument rien de la larve. La figure qu'il donne de la première, et qui ne permet aucune méprise, a été reproduite par l'auteur.

» Rengger, beaucoup plus tard, en 1832, a vu la larve et il l'a décrite; mais il garde sur la chrysalide le même silence que Swartz sur la larve. Celle-ci, dès 1745, avait déjà été signalée, mais d'une manière qui laisse à désirer, par le Révérend Smith, recteur dans l'île de Newis.

» Nos connaissances en étaient là sur la reproduction de l'insecte lorsque M. Bonnet, reprenant le même sujet, l'a épuisé, en quelque sorte, en faisant connaître les différentes métamorphoses de l'insecte, depuis l'état d'œuf jusqu'à celui d'insecte parfait, en passant par les états de larve et de chrysalide.

» L'insecte, pour établir son parasitisme, et comme nous l'avons déjà dit, s'attaque à l'homme et aux animaux à sang chaud. Le siége ordinaire de ses attaques sont les parties nues, aussi bien chez les derniers que chez le premier. Quant à celles qui en souffrent le plus fréquemment, ce sont les pieds, dont les os se nécrosent et tombent. De là, et assez souvent, sont

nécessitées des amputations plus ou moins importantes, telles que celle de la jambe. Ces désordres sont le produit de l'abondance de la suppuration, d'une part, et, de l'autre, de son séjour dans les parties, par la difficulté de son issue au dehors. Ces deux causes peuvent donner lieu à une infection purulente, de sorte qu'aux accidents locaux produits par l'insecte succèdent ainsi des accidents généraux qui peuvent être cause de mort. Une autre cause de mort, par le parasitisme, est le tétanos, qu'une simple impression de froid suffit pour développer, en agissant non pas seulement sur des parties en présence de l'insecte, mais encore sur des parties dont il vient d'être retiré. Cette impression sera produite également ou par de l'air frais, ou par de l'eau fraîche. L'auteur, à cette occasion, rapporte l'observation d'un négrillon qui, porteur de plusieurs Chiques au pied, fut atteint du tétanos pour s'être refroidi en sortant d'un bain de mer.

» On obvie aux accidents parasitaires, et on les arrête lorsque, déjà, ils ont apparu, en enlevant des parties où ils se trouvent les insectes qui les produisent, et c'est ce qu'on pratique de deux manières, selon le nombre des parasites auxquels on a affaire. Ces deux manières sont décrites, avec détails, par l'auteur.

» Nos troupes, au Mexique, ont eu à souffrir de la *Nigua*, qui arrêtait souvent des hommes dans leur marche. Dans son campement à Pérote (1), en novembre 1862, la division Bazaine avait tant d'hommes *hors de service* par cette cause, que le général avait ordonné, pour la prévenir, une visite journalière des pieds. Cette visite avait lieu tous les matins.

» L'insecte est surtout à redouter pour les personnes qui, ne le connaissant pas, — et c'est le cas de tous les nouveaux débarqués, — viennent à en être atteintes : le mal fait alors les plus rapides progrès. Et, en effet, aux accidents locaux produits par sa présence, succèdent bientôt les accidents généraux constitués, comme nous l'avons dit précédemment, par l'absorption ou infection purulente. Cette cause d'un côté, et de l'autre l'insalubrité des lieux et la misère des populations, ont anéanti nombre de colonies naissantes. L'auteur en fournit trois exemples pour la Guyane et un autre pour la Nouvelle-Bordeaux, près de l'Assomption, sur le Paraguay.

» Les moyens usités pour se débarrasser du parasitisme chez l'homme, sont également applicables aux animaux. Seulement, à la seule exception du chien peut-être, il est rare que l'homme intervienne pour délivrer un

(1) Plateau situé en terres froides et très-élevé par conséquent. On pensait que les insectes avaient été contractés en traversant des contrées plus basses, venant du littoral.

animal de ses parasites (1). Les animaux, du reste, savent fort bien s'en délivrer eux-mêmes, comme nous le disions il n'y a qu'un moment. Malheureusement, il est quelques parties auxquelles ils ne peuvent atteindre avec leurs armes naturelles, et tel est, par exemple, l'intérieur des oreilles, où la présence de l'insecte est d'un si grand tourment pour les animaux.

» Les observations particulières données par l'auteur, sur le parasitisme, sont au nombre de quinze, dont douze recueillies par lui-même.

» Les voyageurs et autres auteurs qui ont parlé de la Chique, ou qui l'ont seulement mentionnée, tant en France qu'à l'étranger, sont nombreux; ceux que l'auteur a pu consulter, et dont il reproduit les noms, s'élèvent à plus d'une centaine (2).

» Nous terminons cet extrait ou résumé de notre travail en appelant, sur le *Rhynchoprion penetrans*, de nouvelles études. Ces études nous paraissent devoir porter particulièrement :

» 1° Sur la terminaison et la durée de la gestation lorsque l'insecte, resté emprisonné sous l'épiderme, expulse ses œufs au dehors;

» 2° Sur la terminaison et la durée de la gestation lorsque l'insecte, au lieu d'expulser ses œufs comme nous venons de le dire, est expulsé *lui-même* avec eux, par suite du travail éliminatoire déterminé par sa présence sur le derme;

» 3° Sur l'appareil vasculaire de l'insecte durant son évolution parasitaire ou gestative;

» 4° Enfin, sur le mode de rapport existant, au point de vue de la circulation, entre l'insecte et le sujet sur lequel il se trouve. »

ZOOLOGIE. — *Histoire de la Chique* (Pulex penetrans); *Note de* **M. Roulin**, *à l'occasion d'un des faits mentionnés dans la Communication précédente.*

« Ce que vient de rapporter M. le Dr Guyon du nombre considérable d'*éclopés* qu'a eu, à un certain moment, notre corps expéditionnaire au

---

(1) Les chasseurs ont un soin tout particulier des pattes de leurs chiens; ils les visitent souvent et en enlèvent les insectes au fur et à mesure qu'ils en trouvent. C'est à la négligence d'un chasseur, en cet endroit, que la science doit le beau travail de Pohl et Kollar. Il s'effectua, en effet, sur la patte d'un chien de chasse qui était mort au Brésil, les pattes infestées de Chiques.

(2) Parmi les auteurs qui nous ont échappé, Piedrahita, un des historiens de la Nouvelle-Grenade, n'est point un des moins importants, ainsi qu'il ressort d'une Communication de M. le Dr Roulin, qu'on trouvera à la suite de la nôtre.

Mexique, faute d'avoir considéré d'abord la Chique comme un ennemi contre lequel il fallait se tenir en garde, me rappelle un fait analogue qui appartient aussi à l'histoire militaire du nouveau monde, mais qui est de date fort antérieure, car il remonte à l'année 1538. Comme l'histoire de la conquête de l'Amérique par les Espagnols n'est, pendant le premier siècle, qu'un long récit de misères de toute nature et supportées, il faut le dire, avec un admirable courage par ces aventuriers, le cas dont j'ai à parler ici ne me serait point resté dans la mémoire s'il ne se rattachait à l'événement le plus étrange de toute cette conquête, à la rencontre sur le plateau de Bogota de trois chefs partis séparément et à l'insu les uns des autres, l'un de la province de Sainte-Marthe, l'autre du Venezuela, le dernier enfin du Pérou. Celui qui, arrivé le premier malgré la cause de retard à laquelle je viens de faire allusion, devint plus tard gouverneur de la province, Gonzalo Ximenez de Quesada, a laissé des Mémoires qui n'ont point été publiés, mais qu'ont eus à leur disposition les historiens du royaume de la Nouvelle-Grenade, et en particulier Piedrahita, évêque de Panama, qui les cite à chaque page. C'est à son livre, imprimé à Anvers en 1688, que j'emprunte le récit qu'on va lire.

» Je passerai sur tout le commencement de l'expédition, qui fut des plus pénibles. Quesada partit de Sainte-Marthe, remonta la vallée de la Magdalena, conduisant lui-même ses fantassins entassés dans de méchantes barques, tandis que la cavalerie marchait parallèlement le long de la rive droite, les deux divisions souffrant également de la disette et incessamment harcelées par des ennemis dont la présence ne s'annonçait, le plus souvent, que par une grêle de flèches empoisonnées.

» Huit mois s'étaient déjà écoulés sans avoir amené aucune découverte importante, le découragement était devenu général et l'épuisement des forces tel qu'il ne restait plus assez d'hommes valides pour faire marcher la flotille entière; de plus, on entrait dans la saison des pluies, et le général sentit la nécessité de s'arrêter. Il se trouvait alors au point qu'on a nommé depuis le *port de la Tora*, par les 7 degrés de latitude nord. Avant de commander le retour, cependant, il voulut faire faire une reconnaissance des parties de la rivière situées un peu plus haut; le petit détachement pour lequel on avait choisi les hommes les plus valides, revint bientôt sans apporter de nouvelles satisfaisantes; mais à son arrivée on avait déjà repris quelque courage : l'exploration d'un petit affluent de la rivière qui y débouche, non loin de Tora, avait fait découvrir un chemin très-frayé dans lequel on reconnut une route de commerce annonçant, par conséquent, la

proximité d'une population beaucoup plus civilisée que toutes celles qu'on avait rencontrées depuis le départ. L'expédition se mit donc de nouveau en marche en suivant cette route, qui se dirigeait vers le haut pays. En quelques jours, elle atteignit une grande bourgade, *Ubaza*, dont les habitants s'étaient enfuis précipitamment, laissant dans leurs maisons abondance de vivres dont les nouveaux venus avaient grand besoin. Le jour suivant, la petite troupe entra dans le district de Sorotoca, où les maisons se trouvèrent de même vides d'habitants mais abondamment approvisionnées de gibier fraîchement tué, de maïs et de pommes de terre. Cette solanée, en effet, n'était pas, quoi qu'en disent tous les botanistes, cultivée avant le voyage de Colomb seulement au Pérou; elle l'était également sur le plateau de Bogota et avait un nom dans la langue des Indiens Muyscas. Cette remarque faite, je poursuivrai l'histoire en laissant parler Piedrahita, qui s'exprime en ces termes :

« Quesada charmé de la fraîcheur de l'air, de l'abondance des vivres pour les hommes, de l'excellence des pâturages pour les chevaux auxquels même on pouvait donner leur part du maïs, se résolut à faire en ce lieu une halte de quatre jours, ne soupçonnant pas combien ce repos serait chèrement acheté par ses soldats; ils ne tardèrent pas à le reconnaître, car quand il fut question pour eux de se remettre en route, il se trouva qu'ils avaient les pieds en tel état qu'il leur devenait presque impossible de marcher, et voici ce qui en était cause. Il y a dans ces cantons une espèce de puces un peu plus petites que celles d'Espagne, qui se logent dans les chairs, s'attaquant principalement aux orteils, surtout aux points où la chair s'unit à l'ongle, et y croissant de manière à acquérir bientôt la grosseur d'un pois. Par leur présence elles causent une certaine douleur, mais surtout une démangeaison insupportable, et si on ne se hâte de les extraire, elles finissent par mettre les pieds en un état qui les rend presque inutiles pour la marche. Comme c'était pour ces pauvres soldats un mal nouveau, ils ne s'avisèrent point du remède à y apporter tout simple qu'il puisse paraître, jusqu'à ce que quelques Indiennes, qui avaient été laissées en arrière dans la fuite générale, comprenant à leurs signes de quoi ils souffraient, les délivrèrent de ces bestioles, en les enlevant avec la pointe de leurs *Topos* (1); l'opération d'ailleurs était assez douloureuse pour ceux qui avaient laissé à la puce le temps de grossir; mais la leçon leur fut profitable, et depuis ils s'arrangèrent de manière à ce que leurs chaussures les préservassent de l'attaque des *Niguas*, car c'est ainsi qu'on les nomme. »

» Avant de terminer cette Note, qu'il me soit permis d'ajouter quelque chose à ce que j'ai dit de la rencontre des trois chercheurs d'aventures sur le plateau de Bogota, et d'indiquer le point qui, dans cet événement, me

---

(1) On appelait *Topo* une broche ou grande épingle en or ou en argent servant à attacher, sur l'épaule gauche, une pièce d'étoffe qui formait, pour les femmes, le vêtement de dessus, passant sous l'aisselle droite et laissant à nu le bras de ce côté.

semble de nature à intéresser l'Académie. On va voir qu'il n'est pas dû seulement à un concours de circonstances fortuites, mais qu'il dépend surtout d'une cause générale, d'un besoin commun à tous les hommes, et dont il faut tenir compte quand on compare entre eux les divers régimes alimentaires.

» Le sel, tous les physiologistes aujourd'hui le reconnaissent, est dans le régime alimentaire autre chose qu'un simple condiment; il en forme un élément sinon indispensable, du moins plus difficile qu'aucun autre à remplacer. Il constitue donc partout une denrée de première nécessité qui, du lieu où il se produit, s'exporte aussi loin que le permettent les frais de transport croissant avec les distances. Chez nous, le commerce comprend tant de branches diverses que l'importance de celle-ci ne paraît pas dans tout son jour; mais, si nous la considérons dans les temps où l'état social veut que chaque canton ne consomme guère que ce qu'il produit, nous le voyons faire exception à la loi commune : on ne peut se passer de sel et l'on est forcé de l'aller demander aux lieux où il se trouve naturellement.

» C'est parce qu'il existait sur le plateau de Bogota, à Zipaquira, une importante mine de sel gemme, que les pays environnants, tous fort éloignés de la mer, venaient s'approvisionner de cette précieuse denrée. Le trafic incessant dont elle était l'objet avait amené l'établissement de voies régulières, rayonnant dans toutes les directions, et aisées à distinguer des humbles sentiers qui suffisaient pour des communications de moindre intérêt. C'est parce qu'en approchant de la chaîne orientale des Andes, ils rencontrèrent chacun un de ces rayons, que Quesada, qui attaquait ce massif montagneux par le côté de l'ouest, et Federman, qui l'avait abordé par le côté opposé, s'avancèrent l'un vers l'autre, et finirent par se rencontrer à leur grande surprise et leur grand déplaisir.

» Du moment où ils furent sur la route du sel, ils sentirent qu'ils tenaient un fil conducteur, et ne le lâchèrent plus; il n'y eut plus pour eux aucune hésitation, tandis que, jusque-là, ils avaient marché, pour ainsi dire, à l'aventure.

» Il n'en avait pas été tout à fait de même pour Benalcazar : en partant de Quito, il se dirigeait vers un pays sur lequel il croyait avoir des renseignements sûrs; il se trouva que ce pays était voisin de celui vers lequel venaient d'être acheminés, comme nous venons de le dire, les deux autres chefs, et c'est là toute la part qu'a eue le hasard dans cette merveilleuse rencontre des trois aventuriers.

» En traitant d'aventuriers ces trois hommes je ne leur fais pas de tort,

et il me serait facile de le faire voir; mais j'aurais pu tout aussi justement les honorer du titre de fondateurs d'États, car tous les trois, eurent, dès le principe, non-seulement le désir, mais la ferme volonté de créer des établissements durables, et cette volonté, ils la manifestèrent en s'imposant les plus rudes privations. Federman, qui s'était le premier mis en route, avait souffert durant près de trois années des misères incessantes, ne trouvant que de loin en loin le moyen de se ravitailler, et le plus souvent d'une manière très-insuffisante; cependant, quand il parut sur le plateau de Bogota avec ses compagnons presque nus et à demi morts de faim, il apportait encore un coq et quelques poules qui devaient fournir aux futurs colons le moyen d'avoir des basses-cours. Benalcazar, parti un peu plus tard, avait rencontré sur son chemin des obstacles de toute nature; toutefois, lorsqu'il arriva dans la Nouvelle-Grenade, il y amenait des cochons destinés à faire race. Quesada, enfin, exposé plusieurs fois à des disettes dans l'une desquelles un cavalier avait tué sa monture pour s'en nourrir, conserva tous les chevaux qu'il avait pris au Port-de-Sainte-Marthe; mais il les conserva par une loi draconienne, loi consentie par ses compagnons d'armes; il y eut peine de mort pour l'homme qui tuerait un cheval. »

PATHOLOGIE RABIQUE. — *Statistique des cas de rage observés sur des Européens en Algérie, depuis notre prise de possession de ce pays, en 1830, jusqu'en 1851, mois d'août inclusivement.* Note de **M. Guyon.**

« Ces cas s'élèvent à 20 au moins. L'un d'eux était spontané et a été suivi de mort. Le sujet était un vétérinaire militaire, du train des équipages, et qui se nommait Larmé-Viardot. Il appartenait à la division d'Oran; il a succombé en quarante-huit heures (1).

» Les cas de rage observés sur des herbivores durant le même laps de temps est de 6, dont 5 sur des chevaux et le sixième sur un mulet.

» Aucun cas de transmission de la maladie par des herbivores n'a été observé. Seulement, deux cavaliers ont été mordus par des chevaux, l'un au bras, l'autre à la main. La première morsure ne s'est pas étendue au delà des vêtements; l'autre, au contraire, a pénétré dans les chairs sur trois points (*face dorsale, index, annulaire*), mais le résultat en est resté inconnu, comme aussi celui d'une autre morsure faite par le même animal, sur un cheval morveux qu'on lui avait abandonné.

(1) Ce fait, qui a été bien constaté par des médecins de l'armée, s'est présenté dans le mois de janvier 1846.

» Les cas de rage qui font le sujet de cette Note ont été exposés, avec détail, dans deux Communications faites à l'Académie, savoir : la première le 20 février 1843, et la dernière le 6 avril 1846. La première portait pour épitaphe ces paroles de l'évêque d'Hippone, saint Augustin : « La rage d'un » chien, plus à craindre que les lions et les dragons, et qui rend l'homme » plus redoutable à ses proches que les bêtes les plus farouches. » (*De civitate Dei,* lib. XXII.)

» La même Communication rappelait qu'Apulée, qui vivait deux siècles avant son compatriote saint Augustin, parle aussi de la rage (*les Métamorphoses*, lib. IX), et dans des termes qui témoignent qu'elle n'était pas moins connue des médecins africains d'alors que de ceux d'aujourd'hui.

» Les Arabes désignent le chien enragé sous le nom de *chien mordu, kelb-makloub*. Ils ont, comme nous, des saints (marabouts) qui passent pour guérir de la rage. »

M. le Secrétaire perpétuel fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. G. Magnus*, Correspondant de la Section de Physique, décédé à Berlin le 4 avril 1870.

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE CHIRURGICALE. — *Sur l'opération de la pupille artificielle.* Note de M. Liebreich.

(Commissaires : MM. Andral, Cloquet, Nélaton.)

« Les progrès de l'ophthalmologie moderne ont tellement augmenté le nombre des indications de l'iridectomie, que cette opération est devenue une des plus importantes de la chirurgie. Elle a d'ailleurs, comme on sait, tantôt un effet thérapeutique, tantôt un effet purement optique; parfois enfin, elle répond aux deux buts à la fois.

» Les autres procédés pour la pupille artificielle, telle que l'iridodialyse et l'enclavement de l'iris, ont été complétement abandonnés depuis plusieurs années. L'opération consiste donc toujours dans l'excision d'un morceau de l'iris.

» Il va sans dire que la forme et la grandeur de la portion excisée doivent varier beaucoup suivant le but de l'opération, dans chaque cas particulier. Ainsi quand on applique l'iridectomie comme remède unique et puissant contre les diverses formes de glaucôme et contre certaines formes d'iridocho-

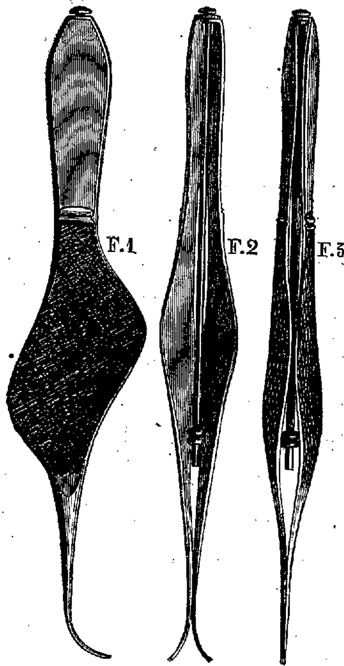
roïdite, il faut pratiquer une large excision, comprenant et l'insertion périphérique de l'iris et son bord pupillaire; l'ouverture formée par la réunion de la pupille naturelle et de la pupille artificielle affecte, dans ces cas, la forme d'un trou de serrure. S'agit-il, au contraire, d'obtenir un effet simplement optique, c'est-à-dire de donner passage aux rayons lumineux quand le chemin naturel de la pupille est obstrué, par exemple par une cataracte partielle et stationnaire, il sera généralement préférable de faire une pupille artificielle étroite, par les mêmes raisons qui, dans les instruments d'optique, ont fait adopter les diaphragmes à ouverture étroite. Dans d'autres cas, par exemple pour les opacités centrales de la cornée avec adhérence de l'iris, il est souvent désirable d'exciser une large partie du bord pupillaire de la membrane, et une partie étroite seulement de sa périphérie.

» Si, pénétrant plus avant dans cette question, on analyse des cas individuels de ces différentes catégories, on ne tarde pas à reconnaître qu'il serait très-nécessaire de pouvoir varier à volonté l'iridectomie, pour la rendre aussi utile que possible dans chaque cas particulier. Or jusqu'ici nous ne possédons pas les moyens désirables pour remplir ce but. Nous sommes ordinairement gênés par certaines difficultés dans le mécanisme de l'opération. Nous n'avons pas la liberté d'action nécessaire pour varier, selon les exigences des cas, la forme et la grandeur de l'iridectomie.

» Dans le procédé usuel, après avoir fait une incision cornéenne, on introduit dans la chambre antérieure une petite pince, avec laquelle on saisit l'iris pour le tirer au dehors de la plaie et en exciser une portion. Or c'est la grandeur et la position de la plaie qui décident presque seuls la forme et la grandeur de l'excision. Car la pince, qui doit toujours être introduite dans une direction radiaire, c'est-à-dire dirigée vers le centre pupillaire, ne peut écarter ses branches qu'autant que le permet l'ouverture cornéenne. Si l'action de la pince n'a pas été suffisante, si l'excision a été trop petite, on ne peut que rarement corriger après coup ce défaut, car une introduction répétée de la pince devient aisément dangereuse pour le cristallin, qui n'est plus désormais protégé en ce lieu par l'iris.

» Pour éviter ces difficultés, pour rendre la forme de la pupille artificielle plus indépendante de la largeur de la plaie, qu'il n'est pas toujours possible de former exactement telle qu'on voudrait, il m'a paru désirable de remplacer la pince usuelle par un autre instrument, qui pût se laisser introduire par une ouverture étroite de la cornée et s'ouvrir néanmoins largement dans la chambre antérieure. Cet instrument devait en outre pouvoir entrer dans une direction voulue différente de la direction radiaire.

» C'est en partant de ces considérations pratiques que j'ai trouvé une nouvelle pince répondant complétement aux conditions requises pour l'iridectomie. En voici la disposition :



» Les branches de cette pince ne s'ouvrent pas de la façon ordinaire, mais elles tournent autour d'un axe longitudinal, de façon que leur rotation même ouvre et ferme leurs extrémités courbées.

» Ce mouvement d'ouverture et de fermeture a lieu sans que la partie de l'instrument engagée dans la plaie y participe aucunement. Cette partie reste au contraire fermée quand les extrémités des branches s'écartent. La largeur de la plaie ne joue donc plus aucun rôle, quant au mode d'action de l'instrument sur l'iris.

» Par suite de cette même circonstance, l'introduction de l'instrument n'est plus liée forcément à la direction radiaire; elle peut avoir lieu dans une série d'autres directions, toutes comprises dans l'étendue d'un segment de cercle, dont la circonférence serait décrite par la portion courbée des branches, prise comme rayon, en prenant pour centre le point de la plaie où est engagé l'instrument.

» L'application de cette nouvelle pince n'offre pas les moindres difficultés. En la tenant comme une plume, entre les trois doigts, on ferme les branches en appuyant l'index sur l'instrument, et on les ouvre en appuyant le médius.

» La confection de l'instrument est également assez facile.

» Le principe sur lequel repose la construction de cette pince n'a jamais été appliqué à aucun instrument chirurgical. Je crois que ce principe pourra être utilisé pour beaucoup d'autres instruments; mais j'espère surtout qu'il pourra rendre des services importants par le perfectionnement de l'iridectomie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la dissémination des noyaux du* Dorstenia Contrayerva. Note de **M. H. Baillon.**

« Il y a des fruits qui portent à leur surface des organes de dissémination. D'autres chassent au loin les graines qu'ils contiennent; ou bien, les

semences devenues libres possèdent elles-mêmes un appareil qui les porte à une distance variable du pied mère. Dans le *Dorstenia Contrayerva*, c'est le fruit qui sème lui-même et dissémine ses noyaux. Ceux-ci sont, à la maturité, projetés par le mésocarpe dont ils se séparent. Il n'est donc pas inutile, pour comprendre ce qui se passe dans cette plante, de connaître l'organisation du péricarpe.

» Dans le groupe naturel auquel appartiennent les *Dorstenia*, c'est-à-dire celui des Figuiers, des Mûriers, des Mûriers à papier (*Broussonetia*), etc., le fruit n'est pas, comme on l'a souvent admis, un achaine, mais bien une drupe, à couche charnue plus ou moins épaisse. On a longtemps cru que, dans les Mûres, la portion charnue n'est que « le calice épaissi, dont les » sépales se sont soudés entre eux ». Il n'en est rien; il n'y a pas de soudure dans le calice, et celui-ci n'est pas le seul organe qui devienne succulent; mais le fruit drupacé présente aussi une couche charnue et comestible. Dans les Figues encore, c'est une opinion généralement répandue que le fruit est sec, et que la portion comestible est le réceptacle commun de l'inflorescence. A vrai dire, il y a beaucoup de Figues fraîches, dont le réceptacle mince, fade, doué d'une odeur et d'une saveur assez désagréables, ne saurait être mangé, et, qu'au contraire on écarte avec soin. Mais, outre les périanthes et les pédicelles floraux devenus charnus, la portion qu'on mange dans la Figue, et qui est sucrée et pulpeuse, c'est le mésocarpe d'un grand nombre de petites drupes qu'elle renferme. Parmi les Artocarpées vulgaires, il n'y en a pas une seule dont le fruit ne soit réellement une drupe.

» Telle est aussi la constitution du péricarpe dans les *Dorstenia*. Mais ici, comme dans les *Broussonetia*, le noyau qui enveloppe la graine n'est pas entouré d'une couche charnue également épaisse dans toute sa périphérie. Sur les deux faces aplaties du noyau, le mésocarpe demeure très-mince et translucide, tandis qu'il se développe beaucoup plus vers la base et les deux bords du fruit. Là, les cellules du parenchyme prennent graduellement des caractères particuliers. A mesure que leur teinte laiteuse devient plus opaque, leur paroi acquiert une grande élasticité; un fragment isolé de ce tissu se déforme rapidement; taillé en lanière étroite, il s'enroule brusquement comme un ressort. Si l'on détruit, lors de la maturité, la continuité entre les bords de la portion mince du mésocarpe et ceux des épaississements marginaux, on voit l'espèce de pince formée par ceux-ci rapprocher ses deux branches l'une de l'autre, et elles arriveraient au contact si le noyau ne leur était interposé. Enfin, des déchirures se produisent

aux points d'union des deux portions mince et épaisse. Dégagé alors sur ses faces, le noyau est énergiquement pressé par les deux branches du forceps; elles le font brusquement glisser (comme s'échappe le noyau d'un fruit d'entre les doigts humides qui le compriment). En se livrant, sur un pied de *Dorstenia* chargé de fruits mûrs, à des observations patientes, comparables à celles de C. Sprengel sur la fécondation des fleurs, on peut saisir la nature sur le fait. On peut même provoquer, par de légères tractions sur le réceptacle, la déchirure de la portion membraneuse du fruit; et l'on voit le noyau lancé de la sorte à une grande distance, décrivant une courbe qui peut atteindre 3 et 4 mètres de longueur et plus de 1 mètre de hauteur. Après une seule floraison, un humble pied de *Dorstenia Contrayerva* a pu, de la sorte, couvrir de sa postérité une surface de terrain d'une vingtaine de mètres carrés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les propulseurs hélicoïdaux.* Note de **M. Ch. Antoine**, présentée par M. Laugier. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Delaunay, Pâris, Dupuy de Lôme.)

« Dans la séance du 13 mai 1850, l'Académie honorait de sa haute approbation un Mémoire de MM. Moll et Bourgois sur des essais d'hélice faits à bord du *Pélican*. Ce travail est en effet l'un des plus complets qui aient encore été publiés sur ces questions relatives au fonctionnement des hélices.

» En 1847 et 1848, lors des essais du *Pélican*, la navigation à hélice était encore à son début. Depuis cette époque, de nouveaux faits se sont produits. Les expériences de recette de nos bâtiments à vapeur forment un ensemble qui jette sur cette question un jour tout nouveau.

» Le Mémoire de MM. Moll et Bourgois, convenablement interprété, suffit pour coordonner ces essais et poser des lois générales qui deviennent applicables à la flotte cuirassée, aux anciens vaisseaux de ligne, aux avisos, transports, etc.

» L'étude complète des propulseurs hélicoïdaux comprend trois parties principales : 1° le nombre de tours qui sera obtenu sous l'influence d'une force motrice donnée; 2° les avances que prendra le bâtiment par tour d'hélice, ce qui revient à la connaissance de ce que l'on nomme le *recul de l'hélice;* 3° les vitesses qui résulteront de la combinaison des deux premiers

éléments : nombre de tours, avance par tour d'hélice. De ces vitesses, on déduira l'utilisation du bâtiment, et les conditions de son meilleur fonctionnement.

» Dans ce Mémoire je me bornerai à l'examen des deux premières questions. Ces deux points admis, le troisième n'est qu'une conséquence qu'il devient facile de développer. On pourra alors choisir, à coup sûr, les dimensions de l'hélice les mieux appropriées, tant au bâtiment à faire mouvoir, qu'à l'appareil qui développe la force motrice. Voici, en peu de mots, l'exposé sommaire de ce travail :

» Après avoir établi quelles sont les notations qui ont été adoptées, en se conformant aux usages ordinaires, on expose quelques considérations théoriques, indispensables pour bien comprendre le fonctionnement de l'hélice, soit dans le mouvement de poussée qu'elle imprime au bâtiment, soit dans la résistance qu'elle oppose à l'action de l'appareil moteur.

» L'étude des avances par tour d'hélice nécessite la connaissance de la résistance du bâtiment. Les formules actuelles sont insuffisantes pour rendre compte de l'ensemble des faits; on propose une formule nouvelle qui paraît mieux coordonner les résultats acquis.

» Depuis les expériences du *Pélican*, M. Rennie a fait sur la Tamise des essais qui ont démontré l'influence de l'immersion de l'hélice; la discussion de ces résultats conduit à établir des coefficients qui tiennent compte de ce degré d'immersion. On démontre enfin que la marche suivie dans ce travail permet d'établir deux coefficients, l'un pour la rotation, l'autre pour l'avance, et de résumer en peu de mots l'ensemble des lois qui régissent les conditions du fonctionnement de l'hélice.

» On a contrôlé ces formules par l'ensemble d'un millier d'essais faits sur des bâtiments de types divers, chacun de ces essais n'étant lui-même que la moyenne des nombreux parcours obtenus pendant toute une série d'expériences. »

M. Bertin adresse, par l'intermédiaire de M. Delaunay, un Mémoire sur la houle et le roulis.

(Commissaires : MM. de Tessan, Pâris, de Saint-Venant.)

M. Bordone adresse, d'Avignon, une Note relative au renouvellement et à la purification de l'air des hôpitaux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Wack adresse, de Drulingen (Bas-Rhin), une Note relative à un moyen de prévenir l'accomplissement des crimes dans les wagons des chemins de fer, pendant la marche des trains.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives aux accidents de chemins de fer.)

Les héritiers de M. J.-S. Poumarède demandent l'ouverture de sept plis cachetés déposés par lui, et dont les dépôts ont été acceptés par l'Académie.

Ces plis sont ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel, qui donne lecture des titres des Mémoires qui y sont contenus, savoir :

1° Du 17 mai 1841 : Sur un moyen de déterminer le volume et le poids des atomes;

2° Du 6 mars 1843 : Sur un nouveau moyen de se procurer quelques métaux de la 2e et de la 3e section;

3° Du 21 juin 1847 : Sur un appareil qui peut servir à entretenir la respiration au milieu d'un liquide ou dans un gaz délétère;

4° Du 10 mai 1848 : Sur quelques effets d'affinité élective;

5° Du 19 novembre 1849 : Sur un nouveau moyen de réduction, applicable à la réduction ou désoxygénation complète ou partielle des composés minéraux;

6° Du 9 octobre 1854 : Sur de nouveaux moyens d'extraire l'argent des minerais qui le renferment;

7° Du 28 avril 1862 : Sur un nouveau système de traitement par amalgamation des minerais argentifères.

Ces diverses Notes sont renvoyées à l'examen de la Section de Chimie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un volume de M. *V. Raulin*, accompagné d'un volume de planches et portant pour titre « Description physique de l'île de Crête, troisième Partie »;

Une brochure de M. *F. Zantedeschi*, imprimée en italien et intitulée « La Météorologie du globe, étudiée à diverses altitudes ».

M. le Secrétaire perpétuel, en signalant également la deuxième et la troisième Partie des « Recherches sur les Crustacés d'eau douce de la Belgique », que vient de publier *M. F. Plateau* (1), donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Le Mémoire actuel complète mes précédentes recherches sur les Crustacés d'eau douce de Belgique. Les parties neuves qu'il renferme sont les suivantes : une analyse du dermatosquelette des Daphnies et des Copépodes fondée sur la méthode employée par M. Milne Edwards pour les Décapodes; quelques détails sur le système musculaire, les appareils digestif et circulatoire, entre autres la démonstration de l'existence d'un cœur chez le *Cyclops quadricornis;* des expériences sur la matière colorante du squelette et sur l'influence de l'eau de mer sur les Crustacés d'eau douce; une étude des pièces externes des organes reproducteurs; enfin l'énumération des espèces des genres *Daphnia, Bosmina, Polyphemus, Cyclops*, etc., appartenant à la faune belge. »

M. le Maréchal Vaillant dépose sur le bureau, de la part d'une personne qui désire n'être pas désignée, diverses pièces authentiques, desquelles il résulte que Cuvier, né le 23 août 1769, à Montbéliard, a été inscrit sous les noms de *Jean-Léopold-Nicolas-Frédéric* Cuvier. Le prénom de *Georges* sous lequel il a été connu du monde savant ne lui appartenait donc pas.

M. Dumas fait observer que cette circonstance n'était pas ignorée des personnes admises dans la famille de Cuvier.

ASTRONOMIE. — *Loi du mouvement de rotation des planètes.* Mémoire de M. C. Flammarion, présenté par M. Delaunay.

« On sait que le mouvement de rotation des planètes s'effectue en des temps très-différents pour chaque monde. La Terre tourne sur son axe en $23^h 56^m$; la période diurne n'est que de $9^h 55^m$ pour Jupiter, et de $10^h 16^m$ pour Saturne; la durée de la rotation de Mars est de $24^h 37^m$, celle de Vénus de $23^h 21^m$ et celle de Mercure de $24^h 5^m$. Jusqu'à présent, la science n'a pas encore expliqué ces différences, et tandis que les mouvements de *révolution* annuelle sont venus se ranger sous les lois de Képler, les mouvements de *rotation* diurne sont restés jusqu'ici en dehors des lois générales reconnues

---

(1) *Voir*, pour le résumé de la première Partie, *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1034; 1868.

à l'organisation du système du monde. J'ai cherché à me rendre compte des conditions de ce mouvement; j'ai récemment obtenu le résultat que j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie.

» Étant donnés la masse et le volume d'un corps céleste, on peut en déduire sa densité moyenne. On obtient de la sorte le tableau suivant pour les densités des planètes, comparées à celle de la Terre :

(1)	Mercure	1,31
	Vénus	0,91
	La Terre	1,00
	Mars	0,80
	Jupiter	0,22
	Saturne	0,14
	Uranus	0,21
	Neptune	0,22

» On peut également, en partant des mêmes données, déterminer quelle est l'intensité de la pesanteur à la surface de chaque planète. Ces intensités sont les suivantes :

(2)	Mercure	0,52
	Vénus	0,86
	La Terre	1,00
	Mars	0,38
	Jupiter	2,58
	Saturne	1,10
	Uranus	0,88
	Neptune	0,95

» Pour les planètes dont on connaît le mouvement de rotation, on peut également calculer l'intensité de la force centrifuge due à cette rotation, en un point de l'équateur. On trouve ainsi que le rapport de l'intensité de la pesanteur à la force centrifuge est représenté par les nombres suivants :

(3)	Mercure	479
	Vénus	244
	La Terre	289
	Mars	215
	Jupiter	12
	Saturne	6,5

» La force centrifuge croissant en raison du carré de la vitesse, la pesan-

teur n'existerait plus à l'équateur des planètes, si

(4)	Mercure	tournait	22	fois plus vite.
	Vénus	»	15,6	»
	La Terre	»	17	»
	Mars	»	14,7	»
	Jupiter	»	3,6	»
	Saturne	»	2,5	»

» Pour se former une idée précise des conditions du mouvement de rotation des planètes, on peut se demander en combien de temps graviterait autour de chaque planète un satellite libre, isolé sur son équateur, c'est-à-dire à la distance 1. La solution est donnée d'autre part par l'équation

$$x = \sqrt{\frac{T^2}{D^3}},$$

T représentant la révolution et D la distance d'un satellite servant de base au calcul.

» Or la durée de la rotation pour laquelle la force centrifuge à l'équateur serait égale à la pesanteur est la même que la durée de révolution d'un satellite de la planète qui parcourrait librement son équateur.

» Pour prendre un exemple qui nous donne immédiatement l'image de ce mouvement, je remarquerai simplement que, si nous supposons la Terre réduite à un volume moindre en gardant la même masse, et un satellite dont l'orbite serait située en place de l'équateur actuel, ce satellite circulerait autour du centre de gravité du système dans la période rapide de

$$x = \sqrt{\frac{(27\ 322)^2}{(60\ 273)^3}} = 0,0584 = 1^h 24^m.$$

» Il faut multiplier cette durée par 17, pour reproduire la durée de la rotation de la Terre.

» Sur Jupiter, un satellite situé à la distance 1 graviterait en $2^h 50^m$. Il faut multiplier ce nombre par 3,6, pour reproduire la rotation de Jupiter.

» Sur Saturne, un corps libre placé à son équateur graviterait en $3^h 40^m$. Il faut multiplier ce nombre par 2,5, pour reproduire la rotation de Saturne, etc. On voit que ces nombres sont ceux du tableau (4).

» A quelle cause est due la lenteur relative du mouvement de rotation des planètes, comparée à la rapidité conclue pour la révolution d'un satellite, situé en place de la surface? Les nombres du dernier tableau, qui représentent la différence entre ces deux mouvements, sont de véritables *coefficients de retardement* de la rotation de la planète, dus à son inertie.

» Or, après avoir cherché ce que représentent ces coefficients de retardement, je trouve qu'ils sont proportionnels aux *densités* des planètes. En effet, si, pour réduire ces densités à la même unité de comparaison, nous multiplions par 17 tous les nombres du tableau (1), nous formons la liste :

(5)	Mercure	22,2
	Vénus	15,5
	La Terre	17
	Mars	13,5
	Jupiter	3,7
	Saturne	2,4
	Uranus	3,6
	Neptune	3,7

» En comparant ce tableau (5) au tableau (4), on voit du premier coup d'œil leur similitude. Les différences légères qui existent proviennent de ce que les durées de rotation, d'une part, et, d'autre part, les masses et les dimensions planétaires ne sont pas encore toutes rigoureusement connues.

» Ainsi, les mêmes nombres représentent les coefficients de rotation, les densités relatives et la racine carrée du rapport de la pesanteur à la force centrifuge.

» La révolution des satellites autour des planètes, aussi bien que celle des planètes autour du Soleil étant due à la gravitation, la révolution calculée du satellite équatorial représente évidemment l'action théorique de cette même force. La durée de la rotation des planètes dépend donc, d'une part, de la gravitation elle-même, et, d'autre part, de la densité.

» De ces rapports, résulte la loi suivante : *Le temps de la rotation des planètes est une fonction de leurs densités.*

» 1° Le mouvement rotatoire des planètes sur leur axe est une application de la gravitation à leurs densités respectives. Il est égal au temps de la révolution d'un satellite situé à la distance 1, multiplié par un coefficient de résistance représentant la densité du corps planétaire.

» 2° Ce coefficient de densité relative est en même temps, pour chaque planète, la racine carrée du rapport de la pesanteur à la force centrifuge.

» 3° Les carrés de ces coefficients sont égaux aux cubes des distances auxquelles graviteraient des satellites dans la période de rotation de chaque planète.

» 4° La distance à laquelle graviterait autour de chaque planète un satellite synchrone n'est autre que la racine cubique de la force centrifuge, et marque la limite théorique de toute atmosphère.

» Ces dernières distances sont, en rayons de chaque planète :

Pour	Mercure	7,82
»	Vénus	6,25
»	la Terre	6,64
»	Mars	6,0
»	Jupiter	2,31
»	Saturne	1,98

» En appliquant la loi précédente aux planètes Uranus et Neptune, dont la rotation n'est pas encore connue par l'observation, on trouve pour ces deux planètes :

Rotation d'Uranus	$10^h 40^m$
» de Neptune	10.58

» Ces durées de rotation donnent, pour le rapport de la pesanteur à la force centrifuge sur chacun de ces mondes :

Uranus,	12,95	dont la racine carrée est	3,6
Neptune,	13,70,	»	3,7

» Peut-être trouvera-t-on intéressant de rattacher ces relations à la théorie de Laplace sur la formation des différents corps de notre système planétaire. Sous un aspect général, ce système peut être divisé en deux groupes bien distincts : 1° les quatre volumineuses planètes extérieures, échappées les premières de l'équateur solaire gazeux, de faible densité et de rotation rapide; 2° les quatre planètes, de dimension moyenne, formées les dernières, de forte densité et de rotation lente. Les révolutions, indépendantes des volumes et des masses, ont été déterminées par la rotation de l'immense corps solaire lui-même, et sont restées en relation avec sa puissance attractive, selon la distance qui les en sépare. Les rotations, au contraire, dépendantes des volumes et des masses, se sont organisées pour chaque corps émané du Soleil suivant sa densité relative. Par cette relation entre les durées de rotation, les densités et l'attraction, nul élément du système du monde ne reste maintenant isolé de l'ensemble dynamique qui en régit toutes les valeurs. »

PHYSIQUE. — *Action du magnétisme sur deux courants passant simultanément à travers les gaz raréfiés.* Note de **M. L. Daniel**, présentée par M. Cahours.

« J'ai montré, l'année dernière (1), que l'on peut faire passer simultané-

(1) *Les Mondes*, t. XIX, p. 538.

ment deux courants lumineux dans un même tube, et qu'ils peuvent même coexister sur des électrodes métalliques d'un longueur considérable. Ces courants, lancés dans un tube de Holtz de forme convenable, peuvent marcher dans le même sens en restant distincts, se séparer, se croiser à angle droit, selon la direction qu'on leur imprime.

» Dans le principe, j'ai employé, comme électromoteurs, une bobine d'induction et une machine de Holtz, et plus tard deux bobines. Quatre rhéophores sont en relation avec le tube, deux à droite, deux à gauche. Pour empêcher l'étincelle de l'une des bobines de passer par le fil induit de la seconde, il suffit de faire dans chaque circuit une interruption de longueur convenable; quatre interruptions sont quelquefois nécessaires.

» Si les deux courants sont dans le même sens, soit dans un tube de Geissler, soit dans un tube de Holtz, ils semblent se confondre; ils peuvent cependant rester distincts, si l'un donne des stratifications bien nettes, et l'autre une lumière continue.

» Si les deux courants marchent en sens contraire, on observe, dans tous les tubes, deux auréoles *négatives*, au centre desquelles se produisent, à l'extrémité des électrodes métalliques, deux aigrettes *positives*. Dans les tubes de Holtz, les deux branches qui renferment les cloisons sont illuminées, chaque courant prenant le chemin qui lui offre la plus faible résistance. La distribution de la lumière accuse très-nettement le passage des deux courants.

» Dans les tubes de Geissler, le magnétisme sépare les deux courants, même dans les parties capillaires, s'ils sont en sens contraire: l'un est attiré, l'autre est repoussé. Quand on leur donne la même direction, l'aimant les attire ou les repousse, comme s'il agissait sur un seul courant.

» Avec les tubes cloisonnés, en forme d'anneau, que j'ai décrits dans ma Note du 31 janvier, les deux courants, quand ils vont en sens contraire, illuminent le tube tout entier. Quelle que soit la nature du gaz, le magnétisme agissant dans le même sens que les pointes, la lumière se porte vers le périmètre extérieur du tube. Mais, si les pointes et le magnétisme n'agissent pas dans le même sens, le courant lumineux est attiré par l'aimant.

» Les expériences précédentes suffisent pour établir que les propriétés magnétiques des gaz ne sont pour rien dans la condensation de la lumière sous l'influence d'un aimant. Les phénomènes sont les mêmes avec tous les gaz, qu'ils soient magnétiques ou diamagnétiques, et avec un même gaz, oxygène ou hydrogène, on observe, à volonté, soit une attraction, soit une répulsion.

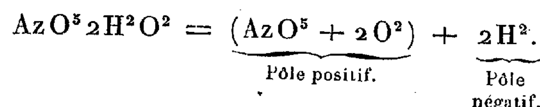
» Dans ma Note du 31 janvier, j'ai dit que si l'on fait agir tout d'abord le magnétisme sur les gaz raréfiés, les décharges de la bobine se manifestent par une série d'étincelles qui jaillissent dans l'air, entre les boules de l'excitateur du circuit secondaire, et que les tubes restent *sombres*. Cette expérience semble indiquer que la résistance précède l'établissement du courant, et, dès lors, on est tout naturellement porté à faire intervenir le diamagnétisme. Il est vrai que le tube ne s'illumine plus, du moins dans toute sa longueur; mais cela ne prouve nullement qu'il ne soit traversé par un courant. Deux routes sont offertes au courant d'induction, et, si la colonne gazeuse se comporte réellement comme un conducteur métallique, ce courant doit se partager entre les deux circuits, proportionnellement à leur conductibilité. En opérant dans une obscurité profonde, il est bien rare que l'on n'aperçoive pas, sur l'électrode positive, une aigrette plus ou moins longue, insuffisante pour éclairer toute la colonne gazeuse. On peut encore, même quand l'aigrette ne se manifeste pas, montrer qu'il passe quelque chose par le conducteur gazeux complétement sombre, en faisant une interruption très-courte en avant du tube: il s'y produit toujours une petite étincelle.

» Bien qu'il soit prouvé, à mon avis, que les propriétés magnétiques des gaz n'ont ici aucune influence, la résistance précède-t-elle ou suit-elle l'établissement du courant? Je pense que tous les phénomènes peuvent s'expliquer par l'action du magnétisme sur le courant lui-même : l'étincelle qui traverse les tubes a une certaine durée, et j'admets sans peine que, le mouvement électrique à peine commencé dans le tube, l'accroissement de résistance soit produit, et que la majeure partie de la décharge soit forcée de prendre une autre direction et d'aller passer, après *réflexion* ou sous forme de *courant de retour*, par le circuit secondaire; si le circuit secondaire était supprimé, le courant *réfléchi* passerait par le fil de la bobine qui fonctionnerait comme si son circuit interpolaire était ouvert.

» Les phénomènes lumineux, que j'ai indiqués au commencement de cette Note, restent les mêmes *pour l'œil de l'observateur*, quand on dispose de deux courants se succédant en sens contraire, dans un temps très-court. Il y a plusieurs moyens d'obtenir ces deux courants; mais les limites d'une simple Note ne me permettent pas d'en parler aujourd'hui. Je compte les publier prochainement, en même temps que les détails des expériences que je viens d'indiquer sommairement. »

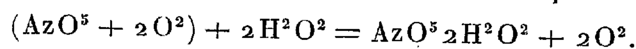
ÉLECTRO-CHIMIE. — *Faits pour servir à l'histoire de l'acide azotique.* Note de **M. E. Bourgoin**, présentée par M. Bussy.

« Dans une Communication relative à l'*état naissant* (1), M. H. Sainte-Claire Deville a examiné l'action du zinc sur l'acide azotique étendu. Ce savant incline à penser que la nature de l'acide azotique étendu ne peut être précisée, et pour expliquer l'ensemble des phénomènes observés, il suppose l'existence d'un acide ayant pour formule $AzO^5H^2O^2$. Dans le cours de mes recherches électrolytiques, j'ai démontré qu'une semblable solution est un mélange des deux corps suivants : l'eau H^2O^2 et l'acide $AzO^5 2H^2O^2$ (2). Soumet-on ce mélange à l'action du courant électrique, l'eau n'est pas décomposée, le groupement $AzO^5 2H^2O^2$ subit exclusivement l'action du courant, et la décomposition a lieu d'après l'équation suivante :



$$AzO^5 2H^2O^2 = \underbrace{(AzO^5 + 2O^2)}_{\text{Pôle positif.}} + \underbrace{2H^2}_{\text{Pôle négatif.}}$$

» L'acide se concentre régulièrement au pôle positif, et il ne se dégage à ce pôle que de l'oxygène pendant toute la durée de l'expérience :



$$(AzO^5 + 2O^2) + 2H^2O^2 = AzO^5 2H^2O^2 + 2O^2.$$

» Les phénomènes sont loin de se présenter avec cette simplicité dans le compartiment négatif. Trois corps se trouvent en présence dans ce compartiment : l'eau, l'hydrogène et l'acide $AzO^5 2H^2O^2$; or, l'eau étant ici un milieu neutre qui n'entre pas en réaction, on se trouve dans d'excellentes conditions pour étudier d'une manière précise l'action réciproque que l'hydrogène et l'acide peuvent exercer l'un sur l'autre. Voici les faits :

» I. Lorsque l'on opère sur une solution très-étendue privée d'air et dans un appareil également purgé d'air (3), on ne recueille que de l'hydrogène, et le liquide négatif ne renferme aucun des produits qui seront signalés plus loin. Ainsi, dans ce cas particulier, l'hydrogène mis en liberté par le courant n'exerce aucune action sensible sur l'acide azotique.

» II. Quand on opère sur une solution moins étendue, répondant par exemple à la formule $AzO^5 2H^2O^2 + 125Aq$, l'hydrogène, d'abord pur, renferme ensuite une petite quantité d'azote, et le compartiment négatif ac-

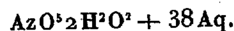
---

(1) *Comptes rendus*, p. 20 et p. 550 de ce volume.

(2) $H = 1$; $O = 8$; $Az = 14$.

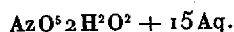
(3) Dans toutes les expériences, chaque compartiment contenait 30 centimètres cubes de liquide.

cuse des traces d'ammoniaque. La formation de l'ammoniaque et la production d'azote augmentent avec une solution moins étendue, comme dans l'exemple suivant :


$AzO^5 2H^2O^2 + 38Aq.$

Gaz recueillis.	1er gaz.	12h.	24h.	30h.	40h.	48h.	52h.	60h.
Hydrogène....	100	89,8	84,4	88,3	95,5	96,8	98,2	100
Azote........	»	10,2	15,6	11,7	4,5	3,2	1,8	»

» III. Lorsque la solution est encore plus concentrée et que l'acide est additionné de 15 équivalents d'eau seulement, on observe un phénomène remarquable : tandis que le dégagement d'oxygène est toujours très-vif, comme dans les cas précédents, il ne se dégage tout d'abord aucun gaz dans le compartiment négatif; tout l'hydrogène mis en liberté par le courant réagit sur l'acide, et les produits de cette réaction restent dissous. Le liquide négatif prend une coloration bleue, très-accusée; puis on recueille de l'hydrogène, mêlé à une petite quantité d'azote. Après quelques heures, un nouveau gaz, le deutoxyde d'azote, apparaît alors, augmente peu à peu, remplace bientôt complétement l'hydrogène, puis disparaît à son tour, comme l'indique le tableau suivant :


$AzO^5 2H^2O^2 + 15Aq.$

Gaz recueillis.	1er gaz.	12h.	15h.	20h.	30h.	48h.	50h.
Hydrogène.......	98,96	92,5	»	69,1	83,1	98,6	100
Azote...........	1,04	3,5	1,4	3,4	10,1	1,4	»
Deutoxyde d'azote.	»	4,0	98,6	27,5	6,8	»	»

» A la fin de l'expérience, le liquide négatif renferme beaucoup d'ammoniaque. Il possède en outre tous les caractères de l'acide azoteux en dissolution dans l'eau; en effet, il réduit immédiatement l'acide sulfurique avec dépôt de soufre, réduit le chlorure d'or, décolore de grandes quantités de permanganate de potasse; neutralisé par un alcali, il colore immédiatement en noir le sulfate de protoxyde de fer, et dégage des vapeurs rutilantes quand on l'additionne d'acide sulfurique étendu. L'acide azoteux, ainsi que l'a fait remarquer M. Fremy, peut donc, non-seulement prendre naissance, mais encore subsister au sein d'une solution aqueuse.

» IV. Avec l'acide $AzO^5 2H^2O^2$, le dégagement gazeux, nul au début, devient ensuite extrêmement rapide, et on recueille tout d'abord un gaz entièrement absorbable par le sulfate de protoxyde de fer : c'est du deutoxyde d'azote pur. L'hydrogène apparaît à son tour, et finit par remplacer

le deutoxyde. Voici le résultat des analyses qui indiquent cette succession :

$AzO^5 2 H^2O^2$.

Gaz recueillis.	6ʰ à 48ʰ.	48ʰ à 60ʰ.	64ʰ.	72ʰ.	80ʰ.
Hydrogène..........	»	14,7	87,8	94	98,2
Azote..............	»	4,5	7,3	6	1,8
Deutoxyde d'azote....	100	80,8	4,9	»	»

» En résumé, dans les expériences que je viens de décrire, l'acide azoteux, le deutoxyde d'azote, l'azote et l'ammoniaque résultent de l'action réductrice exercée par l'hydrogène sur l'acide $AzO^5 2 H^2O^2$.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Berthelot, à l'École de Pharmacie de Paris. »

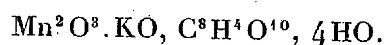
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les tartrates métalliques.* Note de **M. Descamps**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de quelques recherches sur les tartrates.

» *Tartrate double de sesquioxyde de manganèse et de potasse.* — Ce sel se présente en petits cristaux rouge-grenat très-solubles dans l'eau, très-altérables et offrant la même composition que l'émétique.

	Trouvé.	Calculé.
HO..............	0,085	0,082
Mn^2O^3............	0,174	0,180
KCl..............	0,224	0,232

» Ces nombres conduisent à la formule suivante :



$$Mn^2O^3.KO, C^8H^4O^{10}, 4HO.$$

» On obtient ce sel en versant une solution saturée de crème de tartre à 40 degrés environ sur du sesquioxyde ou mieux du bioxyde de manganèse hydraté. Il faut avoir soin de refroidir le vase dans lequel s'opère la réaction. On obtient alors une liqueur rouge très-foncé, qui, filtrée pour la séparer de l'oxyde de manganèse en excès, abandonne, au bout de quelques jours, des cristaux rouges de ce sel double.

» Cette solution est très-altérable sous l'influence de la chaleur : vers 50 à 60 degrés, elle commence à se décomposer; mais, si l'on continue à élever la température, cette décomposition s'effectue bientôt presque in-

stantanément, et elle est accompagnée d'un violent dégagement d'oxygène; la liqueur est complétement décolorée et ne forme plus qu'un sel de protoxyde de manganèse.

» La solution rouge de ce tartrate double n'est pas précipitée par la potasse, ni par les carbonates alcalins. L'hydrogène sulfuré la décolore rapidement, en ramenant le manganèse à l'état de sel de protoxyde.

» Tous les corps réducteurs agissent très-rapidement sur ce sel : l'acide sulfureux, l'hyposulfite de soude, le sulfate de protoxyde de fer décolorent immédiatement sa dissolution.

» J'ai obtenu également ce sel par l'action du permanganate de potasse sur l'acide tartrique ou sur le tartrate de potasse en dissolution dans l'eau : il faut éviter toutefois la trop grande élévation de température qui se produit dans cette réaction, en refroidissant le vase d'eau dans lequel on opère. Cependant il m'a été impossible, par ce procédé, d'empêcher la décomposition rapide du tartrate double et de l'obtenir à l'état cristallisé.

» Je n'ai pu jusqu'ici obtenir le sel correspondant avec le sesquioxyde de cobalt. »

HISTOLOGIE. — *Recherches sur l'origine réelle des canaux sécréteurs de la bile.* Note de M. Ch. Legros, présentée par M. Ch. Robin.

« Malgré de nombreux travaux publiés sur le mode d'origine des conduits sécréteurs biliaires, les anatomistes sont loin d'être d'accord; cependant les dernières recherches de Mac-Gillavry, Irminger, Frey, Ludwig et Kölliker ont jeté quelque lumière sur cette question. Ces auteurs ont admis que les voies biliaires naissaient par un réseau dans les lobules ou *acini* du foie et non point par des canaux terminés en cul-de-sac et situés autour des lobules. La connaissance de cette disposition n'est pas nouvelle, elle avait été constatée très-exactement déjà par E. Weber en 1842, et Nathalis-Guillot en 1849; mais elle n'était pas appuyée sur une démonstration complète et n'avait pas été acceptée. Les auteurs précédemment cités apportèrent aussi beaucoup de rigueur dans leurs observations, sans toutefois se prononcer sur la nature anatomique réelle des conduits sécréteurs dits d'*origine*, ou au contraire terminaux. La bile circulait-elle dans des espaces sans paroi propre ménagés entre les cellules hépatiques? Existait-il un système de canaux capillaires? De quelle nature étaient ces canaux biliaires? Étaient-ils ou non tapissés d'une couche épithéliale?

» Le réseau terminal se démontre aisément chez certains animaux à

l'aide des injections colorées poussées par les voies biliaires; j'ai réussi, comme Weber, Frey et Kölliker, à remplir en même temps le réseau vasculaire et le réseau biliaire sécréteur, c'est un bon moyen de démonstration, mais pour l'étude on peut se contenter de l'injection des conduits biliaires, dont le réseau terminal se distingue aisément des capillaires sanguins. Ces derniers forment de grandes mailles allongées, tandis que chaque maille des voies biliaires sécrétantes, petite et régulièrement polygonale, circonscrit une cellule hépatique; en outre les canalicules biliaires sont beaucoup plus fins que les capillaires sanguins et conservent presque le même diamètre dans toutes les parties du lobule. Ces différences permettent de distinguer les deux ordres de conduits, et si l'injection des voies biliaires a pénétré accidentellement dans le système vasculaire, ce qui arrive souvent quoi qu'en disent Frey et Irminger, la confusion des deux réseaux est aussi facile à éviter que dans le cas où deux matières colorantes ont été poussées par le canal cholédoque et la veine porte.

» L'interprétation de ces préparations anatomiques peut donner lieu à deux objections. La première consisterait à regarder le réseau biliaire terminal comme un réseau lymphatique; cependant en multipliant les préparations il est facile de reconnaître que les canalicules intra-lobulaires se continuent avec les canaux hépatiques périlobulaires plus volumineux. La seconde objection est plus sérieuse; en voyant la matière à injection se répandre en minces traînées et circonscrire exactement les cellules hépatiques, on peut croire qu'il s'agit d'un écartement des cellules propres du foie par la matière à injection sortie des conduits dans lesquels on la pousse, de la production artificielle d'un réseau par épanchement interstiel. Cette objection est d'autant plus naturelle que le tissu du foie est mou, friable et semble être tout disposé pour cette infiltration. En employant un autre mode de préparation on ne laisse aucun doute sur l'origine réticulée des voies biliaires sécrétantes et on dévoile en même temps la structure des fins canalicules terminaux.

» J'injecte le canal hépatique, vers le hile du foie avec une solution de gélatine contenant $\frac{1}{600}$ de nitrate d'argent; ce mélange est bien connu des anatomistes, mais son application aux injections du foie présente de grandes difficultés. Après avoir essayé successivement d'injecter des foies d'homme, de chien, de rat, de cobaye, de lapin, de cheval, de mouton, de chat, de pigeon, de poule, de grenouille, de lézard, j'ai reconnu, comme plusieurs de ceux qui ont étudié cette question, que le lapin devait être choisi de préférence; avec les autres animaux, les résultats sont presque toujours incom-

plets. Il est indispensable de faire ces recherches sur le foie de l'animal récemment tué et d'éviter de presser cet organe en le détachant et en plaçant les canules dans le canal cholédoque et dans le tronc de la veine porte. On fait passer un courant d'eau pendant une demi-heure par la veine porte dans le but de chasser le sang des capillaires et surtout d'imbiber le foie; l'eau passe de proche en proche dans les conduits biliaires, se mêle à la bile et l'entraîne en partie au dehors (1).

» Lorsque le résultat de l'injection est bon, l'on voit les gros conduits biliaires extra ou périlobulaires, tapissés d'un épithélium prismatique très-régulier et d'une admirable netteté; de ces conduits partent des rameaux qui s'anastomosent entre eux et avec des rameaux issus des conduits voisins; il y a là un réseau interlobulaire à mailles très-larges, et c'est de ce réseau que naissent les canalicules sécréteurs intralobulaires, origines ou terminaisons réticulées des voies biliaires sécrétantes. Déjà dans les canaux interlobulaires l'épithélium s'est modifié, il n'est plus aussi nettement prismatique que dans les branches du canal hépatique proprement dit; mais dans les canalicules intralobulaires il devient franchement pavimenteux, à cellules minces, composant la paroi des canalicules sécréteurs par leur intime juxtaposition, dont elles forment ainsi un organe bien distinct de celui qui, représentant une masse beaucoup plus considérable, est constitué par les cellules hépatiques proprement dites. L'examen de l'épithélium de

(1) En effet, l'obstacle important c'est la bile, qui s'oppose à toute injection complète, et qui est plus nuisible encore avec notre mélange, par le fait de sa coagulation en présence du nitrate d'argent. Je ne m'explique les résultats plus favorables obtenus chez le lapin que par la fluidité de la bile, qui est, au contraire, épaisse et visqueuse sur le chien, le chat, etc. Après ces opérations préliminaires, j'échauffe doucement le foie dans de l'eau tiède, et je fais pénétrer l'injection à l'aide d'une pression très-faible, mais soutenue pendant une ou deux heures. J'obtiens la pression au moyen de celle que donnent les conduites des concessions de l'eau de la ville dans le laboratoire d'histologie de la Faculté de Médecine, que je fais arriver dans un grand récipient qui communique avec le vase contenant l'injection. Cet appareil, d'une grande simplicité, peut être avantageusement remplacé par la pompe à gaz des physiologistes légèrement modifiée. Cette pompe à gaz est le meilleur instrument que l'on puisse employer pour les injections fines; elle est bien préférable aux appareils plus ou moins compliqués fabriqués en Allemagne. On laisse ensuite la pièce se refroidir, et après quelques heures, on peut faire des préparations dans la glycérine, mais il vaut mieux la plonger dans l'alcool pour pratiquer plus tard de bonnes coupes, que l'on conservera dans le baume du Canada, et qui ne seront bonnes à être examinées qu'après une exposition assez prolongée à la lumière du jour. Malgré toutes les précautions, il faut s'attendre à des échecs et multiplier les préparations, dont quelques-unes seulement seront utiles.

ces canalicules, dont les plus fins mesurent trois millièmes de millimètre de largeur en moyenne lorsqu'ils sont remplis par l'injection et préparés dans la glycérine, exige l'emploi de forts grossissements (1).

» Ces recherches anatomiques établissent donc qu'il existe dans le foie un vaste réseau glandulaire, spécialement destiné à la sécrétion biliaire (*glande* ou *organe biliaire* de M. Ch. Robin); que cet organe biliaire est une *glande réticulée,* et non une glande en grappe; que les cellules hépatiques volumineuses, polyédriques incluses dans les mailles de ce réseau et des capillaires sanguins ne servent pas à produire la bile et ont sans doute d'autres usages, ainsi que les physiologistes l'avaient pensé (*foie* ou *organe hépatique glycogène* de M. Cl. Bernard).

» La méthode que j'ai employée m'a permis de constater plusieurs autres faits, d'une importance moindre. Je signalerai seulement ce qui est relatif aux culs-de-sac annexés aux conduits biliaires périlobulaires et autrefois regardés par quelques anatomistes soit comme seuls organes sécréteurs de la bile, soit comme des follicules muqueux. On ne les rencontre pas chez tous les animaux : le lapin en est complétement privé. Dans l'homme, le chien, le chat, le cochon, le cheval, etc., on trouve, au contraire, sur le trajet des gros et moyens canaux des appendices lagéniformes, à culs-de-sac simples ou multiples, et alors disposés en grappes de formes variables, que tapisse un épithélium ne différant en rien de celui que montrent les gros canaux extralobulaires ou périlobulaires, c'est-à-dire prismatique. En outre, l'orifice de leur communication avec les canaux excréteurs biliaires est ordinairement très-large, de sorte que chacun de ces appendices doit être considéré comme un *diverticulum* des conduits biliaires plutôt que comme une glande spéciale. »

---

(1) Outre la difficulté résultant de la ténuité de ces conduits, on rencontre d'autres obstacles : souvent le réseau terminal est coloré en brun, et pourtant la couche épithéliale n'apparaît pas; en regardant avec soin on reconnaît qu'il s'est formé un magma, une coagulation résultant du mélange de la bile avec la matière à injection. Alors, dans quelques points seulement, la netteté de la préparation permet de voir ces fins ramuscules avec leurs cellules épithéliales limitantes, plus larges que les conduits qu'elles tapissent, forcées par suite de se contourner et dont les lignes de segmentation, décelées par le nitrate d'argent, forment des raies noires diversement inclinées les unes par rapport aux autres.

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale observée à Angers.* Note de M. C. DECHARME.

« Le mardi, 5 avril 1870, de $8^h 15^m$ à 9 heures du soir, par un temps calme et serein, une belle aurore boréale a été vue à Angers. Durant trois quarts d'heure, et surtout vers $8^h 30^m$, toute la partie nord et nord-ouest du ciel, sur une largeur de plus de 60 degrés, a paru comme embrasée, au point de faire croire d'abord à un incendie peu éloigné.

» L'immense nappe lumineuse, d'un rouge de feu mêlé d'une nuance jaunâtre, d'un éclat très-vif, s'étendait à l'horizon, jusqu'à une hauteur de 40 à 50 degrés, tranchant assez nettement sur le fond du ciel, malgré la présence de la Lune (très-nouvelle d'ailleurs, car elle n'avait que cinq jours; son coucher était à $11^h 2^m$).

» Au moment où le phénomène était dans son plus grand éclat, on remarquait deux larges bandes lumineuses, ayant 12 à 15 degrés de largeur, d'une teinte plus brillante que le reste du météore, lesquelles rayonnaient, l'une vers Cassiopée, l'autre jusqu'à la Polaire. L'éclat de ces rayons était changeant, et toute la nappe lumineuse était animée d'un mouvement de translation vers l'ouest.

» Dans la journée, le Soleil, qui présentait des taches nombreuses, avait paru assez pâle et comme offusqué par moment, bien qu'on ne remarquât dans l'atmosphère aucune nébulosité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 5 avril 1870.* Observations diverses communiquées par M. Le Verrier.

M. TREMESCHINI [Paris-Belleville]. — « Le phénomène commença dans la direction exacte de la Petite Ourse, à $7^h 45^m$ environ, temps moyen de Paris.

» A $7^h 56^m$, le phénomène prenait plus d'extension, se développant vers l'ouest, et deux minutes après, des gerbes étincelantes de lumière presque blanche s'élançaient vers le sud, dans toutes les directions, semblant plutôt partir du pôle terrestre que du pôle magnétique.

» A $8^h 5^m$, le météore envahit la constellation de Cassiopée, et les stries lumineuses deviennent encore plus remarquables par leur intensité et leur développement; à ce moment, un bolide traverse la constellation du Cocher, se dirigeant vers l'ouest. — En moins de trois minutes, l'aurore boréale prend des proportions gigantesques; elle affecte la forme de trois rayons

coniques de 30 degrés environ, ayant leur base retournée vers le pôle terrestre.

» A $8^h 10^m$, les Pléiades et Jupiter sont enveloppés entièrement dans la lumière rougeâtre du météore. — Les perturbations accusées par l'aiguille aimantée persistent dans la direction de l'ouest, persistance qui coïncide d'une manière très-remarquable avec celle du météore à s'étendre vers la même direction.

» A $8^h 18^m$, le centre apparent du météore, après avoir quitté, il y a dix minutes, la constellation de la Petite Ourse pour se transporter sur Cassiopée, est revenu à sa première position. A $8^h 27^m$, il l'abandonne une seconde fois pour retourner à Cassiopée.

» Bientôt, le phénomène commence à s'évanouir, ayant, pour la troisième fois, son centre apparent dans la constellation de la Petite Ourse.

» Pendant toute la durée du phénomène, l'axe apparent du météore, loin de coïncider avec le pôle magnétique, affectait une tendance marquée et constante de parallélisme avec l'axe terrestre, et cela contrastait étrangement avec la direction que marquait la perturbation subie par l'aiguille. »

M. Charault [Le Mans]. — « (Temps de Paris très-approché.) A $7^h 30^m$ du soir, l'horizon nord-nord-ouest se colore légèrement d'une nuance rosée. A $7^h 40^m$, la lueur se prononce et s'étend à une hauteur de 30 degrés environ.

» A $7^h 55^m$, des rayons rouges très-nets divergent du nord-nord-ouest jusque vers 45 degrés de hauteur; une faible lueur rosée les unit; j'observe des pulsations dans l'ensemble de l'aurore.

» A 8 heures, lueur uniforme, rouge, occupant tout le nord-ouest; l'aurore a marché du nord-nord-ouest au nord-ouest.

» A $8^h 10^m$, la lueur se circonscrit à l'ouest de Cassiopée, dans un espace circulaire qui brille d'une teinte rouge très-prononcée; la lueur est surtout intense au centre.

» A $8^h 30^m$, l'aurore s'étend de nouveau vers l'ouest.

» A $8^h 35^m$, un rayon rouge très-intense monte jusqu'au zénith; il couvre les étoiles de Céphée; un autre plus diffus monte de l'horizon aux Pléiades.

» A $8^h 37^m$, le rayon qui, tout à l'heure, était dans Céphée couvre maintenant Cassiopée, dont on distingue avec peine les principales étoiles; le rayon qui se dirigeait vers les Pléiades s'éteint.

» A $8^h 40^m$, l'aurore tout entière s'éteint rapidement.

» Jusqu'à $9^h 30^m$, tout l'ouest, le nord-ouest, le nord-nord-ouest restent faiblement éclairés d'une lueur jaune pâle.

» Cette aurore m'a semblé surtout remarquable par sa teinte d'un rouge intense et sa marche rapide du nord-nord-ouest à l'ouest. »

M. Terby [Louvain (Belgique)]. — « A $8^h 5^m$, le nord présentait une teinte rouge assez vive; immédiatement se sont élancés des rayons blancs qui n'atteignirent pas une hauteur plus grande que la Polaire. La teinte rouge s'éteignait subitement avant une nouvelle émission de rayons pour reparaître aussitôt après. La lueur rouge se transportait très-rapidement de l'est vers l'ouest. A $8^h 15^m$, elle atteignait déjà Jupiter.

» Vers $8^h 35^m$, deux segments sombres s'étaient formés à l'horizon, l'un sous le Dragon et Céphée, l'autre sous Cassiopée. De chacun d'eux partait un rayon blanchâtre; le second segment qui a persisté le plus longtemps et ces deux rayons participaient au mouvement de translation du phénomène de l'est vers l'ouest. La lueur rouge disparut définitivement vers $8^h 45^m$, ainsi que le segment sombre. Les jets de l'aurore continuèrent à se montrer dans le nord jusque vers 9 heures. A minuit 49 minutes, un faible rayon s'éleva encore dans Persée; peu après 1 heure, une légère illumination se montrait sous γ, δ, ε de Cassiopée; peu à peu toute trace de l'aurore disparut.

» Pendant ces observations, j'ai noté deux belles étoiles filantes. »

M. Geslin [Auvers (Manche)]. — « Une teinte vaporeuse et purpurine se manifesta d'abord, vers 8 heures, à la hauteur de la constellation du Taureau et s'étendit rapidement jusqu'à la constellation d'Orion d'une part, et jusqu'à la constellation de Cassiopée de l'autre; la Lune semblait occuper au début le centre du météore et paraissait comme baignée par cette lueur anormale, accusant, par instant, un ton violacé. A $8^h 45^m$, le phénomène avait acquis toute son intensité, et alla, à partir de ce moment, en s'affaiblissant graduellement, et s'éteignit complétement vers $9^h 15^m$.

» Nous n'avons point remarqué les grands mouvements ordinaires de lumière; le météore offrait, au contraire, un aspect régulièrement monotone. Du reste, l'éclat de la Lune nuisait singulièrement à l'observation.

» Nous avons également observé un bolide à $9^h 10^m$; ce bolide a semblé prendre naissance entre les étoiles ε et δ de la Grande Ourse, et s'est éteint vers $\varkappa$ de Céphée, après avoir traversé le quadrilatère de la Petite Ourse, et employé environ deux secondes à décrire cette trajectoire. Il était, à son

origine, de la grosseur d'une étoile filante ordinaire, mais il grossissait rapidement en progressant dans l'espace, et atteignit toute sa beauté aux $\frac{2}{3}$ environ de sa course, c'est-à-dire en sortant de la Petite Ourse.

» Ce bolide affectait, *à maxima*, une forme oblongue, assez semblable à celle d'une chandelle romaine, d'une longueur d'environ 20 centimètres, et d'un diamètre de 4 centimètres. Son éclat, très-affaibli par celui de la Lune, peut être comparé à cinq fois celui de Vénus, quand cette planète est dans toute sa beauté. La partie antérieure avait une couleur blanchâtre; la partie postérieure, formant pour ainsi dire queue, accusait une teinte d'iode bien caractérisée: il semblait y avoir dans cette dernière partie de petites explosions ou pétillements.

» Le météore éteint, il n'en est resté aucune trace; nous n'avons point entendu d'explosion. »

M. Guerreau [Vendôme (Loir-et-Cher)]. — « A 8 heures précises, on a vu se produire, en plein nord, une lueur rougeâtre peu étendue en largeur et s'élevant à 45 degrés environ au-dessus de l'horizon. On pouvait croire aux reflets d'un foyer d'incendie. A $8^h 15^m$ apparurent, à diverses reprises, comme de véritables jets de vapeur lumineuse, des bandes d'un rouge rosé et violacé qui s'élançaient dans le ciel jusqu'à des hauteurs variant entre 45 et 75 degrés environ. Une de ces bandes surtout m'a frappé par sa netteté et son éclat; elle s'élevait, au nord-ouest, perpendiculairement à l'horizon comme les autres, et passait sur Cassiopée. Cette bande a disparu la dernière, vers $8^h 45^m$. A la fin de mon observation, la teinte rose-violacée s'était étendue dans toute la partie du ciel comprise entre le nord et l'ouest, commençant à quelques degrés au-dessus de l'horizon et s'élevant jusqu'aux hauteurs précitées. Quand la teinte violacée eut disparu, le ciel, dans cette partie, resta comme illuminé par des lumières situées au-dessous de l'horizon.

» Le baromètre, qui était à 763 millimètres les jours précédents, a commencé à baisser dès la veille, mais lentement. Le vent, qui soufflait précédemment du nord-est, est passé mercredi au sud-sud-ouest, et ce matin en plein sud-ouest, revenant par instants au sud. Le temps est orageux. »

M. Fortier-Garnier [Betz (Indre-et-Loire)]. — « L'aurore a d'abord paru au-dessous de l'étoile polaire, puis elle s'est dirigée et étendue jusqu'à l'étoile α du Taureau. Au moment de son plus grand développement, c'est-à-dire

à 7^h45^m, elle s'est partagée en trois branches ou rayons, dont le milieu, bien plus éclatant que les autres, passait sur Andromède en touchant Cassiopée et Persée. Le rayon de gauche venait aboutir sur le Taureau, et celui de droite sur le Cygne et la Petite Ourse; chacun de ces trois rayons se divisait en une multitude d'autres, dont celui du centre était beaucoup plus brillant; une teinte rougeâtre s'étendait entre chacun des trois grands rayons; elle s'est élevée sur l'horizon à une hauteur d'environ 45 degrés. Le ciel est resté rouge environ une demi-heure après la disparition du phénomène. »

M. GRAMANT [Rohrbach (Moselle)]. — « Le ciel, à 8^h10^m, était inondé de feu sur toute la partie nord, nord-ouest; des gerbes de feu s'élevaient jusqu'au-dessus du zénith. Le phénomène a changé plusieurs fois de place : tantôt, la lumière se portait plus vive, plus intense, vers le nord, pour revenir ensuite plus vers l'ouest.

» A 8^h20^m, le phénomène diminuait à vue d'œil; à 8^h35^m, on ne voyait plus que deux traînées de lumière, l'une vers le nord, l'autre vers l'ouest, séparées par une nuance sombre. A 8^h48^m, tout avait disparu. »

M. LEPINGARD (Saint-Lo). — « On a d'abord aperçu l'aurore par le nord-nord-est, en plaques rougeâtres. A 8^h30^m, un faisceau de même couleur s'étendait de l'horizon nord jusqu'au-dessus de la polaire, sans dépasser une ligne passant par ξ de la Grande Ourse et η du Dragon. La polaire était juste au milieu du faisceau. Celui-ci avait un mouvement de translation sensible de l'est à l'ouest en pivotant au nord. A 8^h30^m également, on voyait par nord-ouest une teinte rouge très-affaiblie et confuse. Tout avait disparu à 9 heures. »

Le phénomène est encore signalé : à Niort, par M. DUCROCQ, sous-intendant militaire; à Annecy (Haute-Savoie), par M. PHILIPPE, secrétaire de la Société florimontane; non loin de Bourg (Ain), mais assez faible, par M. REY DE MORANDE; à Cosne (Nièvre), par M. ALPH. GAUDRÉ; à Nogent-sur-Seine (Aube), par M. LAGOUT, ingénieur des Ponts et Chaussées.

« Le phénomène, dit M. Lagout, est apparu comme une nuée rouge formée à 10 degrés au-dessus de l'horizon et présentant une épaisseur de 25 degrés environ. La longueur était d'abord de 3 à 4 degrés, mais peu à peu la lueur s'est étendue vers l'ouest, jusqu'à occuper une longueur de 90 degrés. Le phénomène a duré quarante-cinq minutes : de 8^h15^m à 9 heures.

» Cette nuée ardente était zébrée transversalement de trois raies d'abord, puis cinq, puis sept d'un *jaune* prononcé, tranchant sur le rouge de la nuée. La largeur de ces raies pouvait avoir 45 minutes. »

M. **Em. Duchemin** adresse une Note ayant pour titre : « Singulière cause de la mortalité des carpes d'un vivier ».

L'observation a été faite sur les carpes que l'on élève dans une belle pièce d'eau appartenant au parc du château de Montigny (Eure) : l'eau est limpide et le poisson y prospère, quoique le commencement de chaque printemps y soit marqué par une mortalité notable. Il semble résulter des observations de l'auteur de la Note, que les carpes mortes ont toutes été trouvées aveugles, et que cette cécité est causée par des crapauds qui se fixent sur leur tête et y tiennent si obstinément, qu'ils ne s'en détachent pas même lorsque le poisson a été tiré de l'eau.

Cette singulière habitude des crapauds n'est pas un fait aussi nouveau que le suppose M. Duchemin ; seulement, elle ne paraît pas, jusqu'à présent, avoir été signalée comme cause de la mortalité qu'on observe à certains temps parmi les poissons des rivières et des étangs ; ce que l'on croit savoir, c'est qu'elle ne tient pas à une malveillance des crapauds pour les carpes.

La Note est renvoyée à l'examen de MM. Milne Edwards et Blanchard.

M. **Charrière** adresse une Note concernant un moyen simple pour diminuer les chances de glissement des échelles.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. le général Morin.

M. **Blondé** adresse une Note concernant diverses questions d'hygiène et de médecine.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bouillaud.

M. **S. Vinci** adresse une Note relative à la production et à la propagation des maladies épidémiques.

M. **H. Laackman** adresse une Note relative à la trisection de l'angle.

On fera savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision déjà ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

M. A. SCHREINER adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

Même remarque que pour la trisection de l'angle.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Études sur la maladie des vers à soie, moyen pratique assuré de la combattre et d'en prévenir le retour; par M. L. PASTEUR, Membre de l'Institut. T. Ier : *La pébrine et la flacherie;* t. II : *Notes et documents.* Paris, 1870; 2 vol. in-8°, avec planches et figures.

Histoire naturelle et médicale de la Chique, Rhynchoprion penetrans (Oken), *insecte parasite des régions tropicales des deux Amériques; par* M. J.-L.-G. GUYON, Correspondant de l'Académie des Sciences. Paris, 1870; in-8° avec planches.

Description physique de l'île de Crète; par M. V. RAULIN, t. Ier. Paris, 1869; 1 vol. gr. in-8° avec atlas.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 14 mars 1870.)

Page 577, dernière ligne, *au lieu de* M. Bouillaud, *lisez* M. Larrey.

(Séance du 28 mars 1870.)

Page 678, ligne 4, *au lieu de* trois combinaisons intégrables des équations, *lisez* quatre combinaisons intégrables convenablement choisies des équations.

(Séance du 4 avril 1870.)

Page 747, lignes 22 et 24, *au lieu de* $\frac{d^{n-1}z}{dx^{n-1}}$, *lisez* $\frac{d^n z}{dx^{n-1}\,dy}$.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie que la deuxième partie du tome XXXVII de ses *Mémoires* est en distribution au Secrétariat.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur la température des nouveau-nés;* *par* **M. Andral.**

« Lorsqu'en 1824, dans le mémorable ouvrage où il traite de l'influence des agents physiques sur la vie, W. Edwards eut annoncé qu'il avait trouvé chez dix enfants, âgés de quelques heures à deux jours, une température moyenne inférieure à celle des autres âges, ce résultat fut donné par lui et accepté comme une loi, que trois observations de Despretz vinrent appuyer plus tard.

» Vingt ans après qu'eurent paru les recherches de W. Edwards, sur ce sujet, M. H. Roger, dans son excellent travail sur la température des enfants, annonçait qu'il avait trouvé chez vingt enfants, âgés d'une minute à deux jours, 36°,6, comme moyenne de leur température, moyenne de beaucoup supérieure à celle qu'avait indiquée Edwards, à savoir : 34°,7; c'est entre cinq et trente minutes de vie extra-utérine, que M. Roger a trouvé

les chiffres les plus bas, tandis que chez les enfants qui ont vingt-quatre heures et plus d'existence, ses observations nous montrent que la température est devenue semblable à celle de l'adulte, avec ses variations connues.

» Mais ce ne sont pas là les seuls documents que possède la science sur la question dont il s'agit. Ainsi John Davy (*Transact. Philosoph.*, t. LXIV) a établi, d'après cinq observations, que pendant les douze premières heures qui suivent l'accouchement, la température du nouveau-né est au moins égale et peut-être supérieure à celle de l'adulte. Baerensprung, dont je ne connais le travail que par ce qu'en dit M. Longet, dans son *Traité de Physiologie* (t. II, p. 522), a trouvé que chez trente-sept enfants naissants, la température prise dans le rectum était de 37°,8, se maintenant ensuite à 37 degrés environ.

» Il suit de cet ensemble de faits que les annales de la science contiennent trois solutions différentes sur la question de la chaleur du corps chez les nouveau-nés; d'après certains de ces faits, elle serait inférieure à celle qu'on observe aux autres époques de la vie; d'après d'autres faits, elle lui serait égale; d'après d'autres enfin, son infériorité, réelle pendant un très-court espace de temps seulement, succéderait à son élévation, qui aurait lieu au moment même de la naissance et ne serait que passagère.

» La question de l'état de la température chez l'enfant naissant ne me semble donc pas devoir être regardée comme aussi complétement résolue que l'on est généralement porté à le penser. Ayant eu occasion de recueillir quelques observations sur ce sujet, je viens les communiquer à l'Académie. Ces observations portent sur quinze enfants dont la température fut examinée une ou plusieurs fois depuis le moment de leur naissance jusqu'à la vingt-deuxième heure de leur existence extra-utérine (1).

» Chez six de ces enfants, la température fut recherchée trois fois, d'abord au moment même où ils venaient au monde, puis de quinze à trente minutes après leur naissance, et enfin entre la huitième et la douzième heure. Dans ces six cas, la température, prise dans l'aisselle, m'a présenté les chiffres inscrits dans le tableau suivant :

---

(1) Dix de ces enfants ont été examinés par moi, dans mon service ou dans ceux de mes collègues, à l'hôpital de la Charité. Les observations relatives aux cinq autres ont été recueillies à l'Hôtel-Dieu, par un de mes internes les plus distingués, qu'une mort prématurée a enlevé à la science, M. Racle, qui me les a remises pour avoir leur place dans ce travail, que je commençais alors et auquel les circonstances m'ont empêché de donner, par l'observation d'un grand nombre de faits, toute l'extension que j'aurais désirée.

1er cas :	0m (naissance), 38°,4;	20m après, 37°,9;	12h après, 37°,5;
2e cas :	» 38°,3;	15m après, 37°,5;	12h après, 37°,1;
3e cas :	» 38°,2;	30m après, 37°,6;	12h après, 37°,3;
4e cas :	» 38°,1;	20m après, 37°,7;	8h après, 37°,2;
5e cas :	» 37°,8;	30m après, 37°,3;	12h après, 37°,3;
6e cas :	» 36°,7;	15m après, 36°,5;	8h après, 36°,3.

» Dans ces six cas, on voit la température, au moment de la naissance, dépasser cinq fois la limite supérieure physiologique de l'adulte, et s'abaisser une seule fois un peu au-dessous de la moyenne de celle-ci, mais sans descendre au-dessous de la limite inférieure normale; puis entre la quinzième minute et la douzième heure, on trouve la température moins élevée qu'au moment de la naissance, mais n'étant pas inférieure à celle de l'adulte; dans le sixième cas, elle est, à l'instant de la naissance, dans les limites physiologiques de celle de l'adulte, et entre la quinzième minute et la huitième heure, on la trouve dans les limites inférieures extrêmes de la température aux autres âges.

» Pourquoi cette température toujours plus élevée au moment où l'enfant quitte le sein de sa mère, qu'elle ne l'est quelques minutes après? Dans aucun cas elle ne fut liée à celle de la mère, dont le chiffre le plus élevé, dans ces six cas, fut 37°,9, et le plus bas 37°,6; en examinant dans chacun d'eux la température de l'enfant et celle de la mère, on ne trouve aucun rapport entre elles; on n'émettrait qu'une hypothèse, en attribuant cette élévation de la température au moment de la naissance à une disposition de l'enfant à produire alors plus de chaleur, disposition qui disparaîtrait bientôt après; le contraire pourrait être plutôt supposé, car la fonction respiratoire ne doit pas vraissemblablement acquérir tout à coup, dans ce moment de transition, son entier développement. M. Roger avait déjà annoncé que l'enfant qui naît a une température supérieure à celle qu'il aura, en supposant l'état physiologique, à aucune autre époque de son existence, et il s'était demandé si ce n'était pas la chaleur utérine, qui, communiquée à l'enfant et conservée par lui pendant les premiers instants de sa vie indépendante, ne serait pas la cause de cet excès de température, qui, à d'autres âges, serait un commencement de température morbide; mais les faits lui manquaient pour répondre à cette question. J'ai à en citer quelques-uns qui me paraissent propres à lui apporter quelque lumière, et qui semblent montrer qu'effectivement la chaleur en excès de l'enfant naissant ne lui appartient pas, mais lui est donnée par le milieu qu'il vient de quitter, c'est-à-dire par l'utérus. Le tableau suivant présente à étudier quatre

cas (1), dans lesquels la température de l'utérus fut prise dans son fond, en même temps que celle de la mère le fut dans l'aisselle :

	Température de l'utérus.	Température de l'enfant à sa naissance.
1er cas..........	38°,7	38°,3
2e cas..........	38°,5	38°,4
3e cas..........	38°,3	38°,1
4e cas..........	37°,9	36°,7

» On peut voir, dans trois de ces cas, que la température de l'enfant, sensiblement plus élevée qu'elle ne le sera plus tard, suit une ascension proportionnelle à celle de la température utérine, lui étant d'ailleurs constamment toujours un peu inférieure; dans le quatrième cas, la température de l'enfant n'est plus aussi élevée, elle se montre ce qu'elle est souvent chez l'adulte, mais aussi celle de l'utérus est moins haute, de telle sorte que ce quatrième cas vient très-bien confirmer l'opinion que le degré de la première est lié à celui de la seconde.

» J'ai maintenant à parler de neuf autres cas, dans lesquels la température axillaire de l'enfant ne fut constatée qu'une seule fois, et seulement à partir de la trentième minute de la naissance jusqu'à la vingt-deuxième heure.

» Chez deux enfants dont la température fut prise une demi-heure après leur venue au monde, elle fut chez l'un de 35°,6, et chez l'autre de 36°,2. Chez un autre, elle était, deux heures après la naissance, de 36°,8, et chez un quatrième, examiné entre la sixième et la septième heure, elle était de 37°,1.

» Enfin chez cinq autres enfants qui reçurent le thermomètre dans leur aisselle entre la seizième et la vingt-deuxième heure, la température oscilla entre 36°,9 et 37°,5.

» Les faits qui précèdent peuvent se résumer de la manière suivante :

» Toutes les fois que la température axillaire de l'enfant a été examinée immédiatement après sa naissance, on l'a trouvée, dans trois cas sur quatre, aussi élevée qu'elle l'est chez un adulte qui a la fièvre. On doit regarder comme extrêmement probable, comme je l'ai dit, que c'est de l'utérus que vient cet excès de chaleur.

» Une demi-heure après la naissance, elle était chez deux enfants au-dessous de la limite inférieure de la température normale de l'adulte; chez

(1) Recueillis par M. Racle.

l'un cet abaissement était très-léger, et chez l'autre assez notable. Encore faut-il remarquer ici qu'il y a quelques adultes qui, par exception, peuvent, quoique présentant toutes les conditions de la santé, n'offrir à l'aisselle, comme le premier de ces enfants, que 36°,2, et même 36 degrés.

» A partir de la deuxième heure après la naissance jusqu'à la vingt-deuxième, la température a toujours été semblable à celle de l'adulte, n'étant ni plus forte, ni plus faible, et en présentant toutes les variations physiologiques. Elle a alors, en effet, oscillé dans sept cas, entre 36°,8 et 37°,5.

» Ainsi les faits rassemblés dans ce travail, corroborés par ceux qu'ont rapportés John Davy, Baerensprung et H. Roger prouvent, contre l'opinion qu'on a déduite de ceux observés par W. Edwards et Despretz, qu'une fois passée la première demi-heure de la vie extra-utérine, la température humaine est semblable à celle de l'adulte. Je pense donc qu'on ne saurait accepter que comme l'expression de quelques cas particuliers, et non comme la représentation d'une loi générale, cette opinion, généralement répandue, d'après laquelle on admet une température plus basse chez les enfants pendant les deux premiers jours qui suivent la naissance.

» Mais dire que très-peu de temps après qu'ils ont vu le jour, les enfants présentent la température de l'adulte, ce n'est pas nier l'influence fatale, malheureusement trop prouvée, que le refroidissement exerce sur les nouveau-nés, qui sont d'ailleurs également impressionnés d'une manière fâcheuse par les très-hautes températures atmosphériques, comme l'ont prouvé les recherches statistiques de Villermé (1). Les pernicieux effets que les petits enfants éprouvent du froid peuvent dépendre de bien d'autres conditions de leur organisation, que d'une infériorité de température qui n'existe plus au bout d'un temps très-court après la naissance.

» Cette température plus basse que présente l'enfant pendant la première demi-heure seulement de sa vie extra-utérine, et que remplace au bout de ce temps la température des âges suivants, doit-elle être attribuée à ce qu'alors la fonction respiratoire n'a pas encore acquis tout son développement, et est encore imparfaite? Je serais porté à le penser plutôt que de la faire dépendre d'un refroidissement tout accidentel que produiraient chez l'enfant l'évaporation du liquide amniotique qui baigne sa peau, ainsi qu'on se l'est demandé, ou l'impression du milieu moins chaud dans lequel il arrive. »

---

(1) *Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale*, t. II, p. 291.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la forme clinorhombique de l'oxyde rouge de mercure; par* **M. Des Cloizeaux.**

« On sait que l'oxyde rouge de mercure, HgO, constitue une poudre plus ou moins cristalline, suivant le mode de sa préparation; mais jusqu'ici on n'a eu aucune connaissance de la forme qu'affectent les particules dont se compose cette poudre.

» Le procédé laborieux des anciens chimistes, qui consiste à calciner du mercure au contact de l'air, est celui qui paraît fournir le produit le plus cristallin.

» M. Boussingault m'ayant remis récemment une quantité notable de précipité *per se*, obtenu par M. Boudet père, je suis parvenu à séparer quelques petits cristaux de forme déterminable. Les plus ténus sont des lamelles à six ou huit pans, transparentes, d'un jaune orangé, agissant fortement sur la lumière polarisée; les autres, plus épais et d'un rouge brique, transparents seulement par places, résultent de groupements plus ou moins réguliers; leurs faces, quoique miroitantes, portent des cannelures parallèles à leurs intersections mutuelles, et par suite offrent les trémies qu'on rencontre si souvent sur les cristaux formés par sublimation.

» Les cristaux d'oxyde rouge de mercure peuvent être rapportés à un prisme rhomboïdal oblique de 118°20', dont les dimensions sont :

$$b : h :: 1000 : 528,417 \quad D = 829,671 \quad d = 558,252.$$

Angle plan de la base...........	112° 7'.48"
Angle plan des faces latérales.....	104.55.50
Obliquité du prisme primitif......	117.29.00

» Le cristal le plus complet que j'aie pu isoler offrait la combinaison des formes mg^1e^1x; $x = \left(b^1 d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right)$. Toutes les lames qu'on peut reconnaitre à la loupe ou au microscope sont des cristaux aplatis parallèlement au plan de symétrie. Les axes optiques paraissent être compris dans ce plan, car je n'ai pu apercevoir d'anneaux, en soumettant au microscope polarisant des lamelles bien transparentes parallèles à g^1. L'une des bissectrices ferait, avec l'arête verticale $\frac{m}{g^1}$, un angle d'environ 10 degrés, et avec l'arête $\frac{e^1}{g^1}$ un angle de 52°31'.

» Parmi les oxydes métalliques naturels ou artificiels décrits jusqu'à ce jour, le *mélaconise* de Cornwall, CuO, est le seul qui, d'après une détermi-

nation de M. Maskelyne, appartienne au système clinorhombique, comme l'oxyde rouge de mercure. »

PHYSIQUE. — *Seconde Notice relative à la chaleur spécifique de l'eau vers son maximum de densité; par* **M. G.-A. Hirn.**

« J'ai vu avec une vive satisfaction, par le *Compte rendu* du 28 mars, que les résultats auxquels je suis arrivé en soumettant à une vérification les expériences de MM. Pfaundler et Platter, se trouvent d'accord avec des recherches faites, dans ces derniers temps, par MM. Jamin et Amaury, et avec d'autres faites depuis beaucoup plus longtemps, par M. Regnault, sur la chaleur spécifique de l'eau aux environs de son maximum de densité.

» La question pourrait donc être considérée comme épuisée, et je ne reviendrais plus sur ce sujet, si mon Mémoire et les remarquables Communications auxquelles il a donné lieu à l'Académie des Sciences n'étaient en opposition complète avec un travail fait avec soin par deux physiciens d'un incontestable talent.

» On se rappelle qu'à la fin de mon Mémoire, j'ai hasardé une explication par laquelle j'essayais de concilier mes résultats avec ceux de MM. Pfaundler et Platter. Je disais :

« 1° Dans la méthode de MM. Pfaundler et Platter, on *combine* deux masses d'eau à deux températures différentes.

» 2° Dans la méthode d'expérimentation que j'ai employée, on *force* une quantité constante d'eau à recevoir des quantités constantes aussi de chaleur.

» Est-il sûr que les résultats thermométriques soient absolument les mêmes dans les deux cas? etc., etc. »

» Par une coïncidence singulière, les méthodes, si originales et si différentes de forme, employées par M. Jamin et par M. Regnault, rentrent dans le second cas; elles reviennent, comme la mienne, à *forcer* une même masse d'eau à recevoir ou à perdre une quantité donnée de chaleur. Mon explication *conciliatrice* pourrait donc encore à la rigueur être invoquée ici, comme à la fin de mon Mémoire.

» On conçoit que, dès l'origine, j'aie eu à cœur de vérifier cette hypothèse, passablement bizarre à mon propre sens, je l'avoue. Cette vérification était d'ailleurs très-facile. Il suffisait de substituer à ma méthode celle de MM. Pfaundler et Platter eux-mêmes, en conservant d'ailleurs l'usage du thermomètre à air, que j'ai décrit, et dont j'avais pu constater la haute précision.

» Une seule expérience bien faite devenait ici décisive.

» Voici les résultats d'une expérience que j'ai pu exécuter (le 12 mars) dans les conditions les plus favorables. Je crois pouvoir affirmer que, par suite de ces conditions et par suite de toutes les précautions minutieuses que j'ai prises, elle présente toutes les garanties désirables d'exactitude.

» 5000 grammes d'eau à $t_0 = 0^\circ,062$ furent mêlés avec 5000 grammes d'eau à $t_1 = 9^\circ,862$. La température du mélange fut $t_2 = 5^\circ,078$.

» Si, à l'aide de l'équation empirique de MM. Pfaundler et Platter, équation dont les coefficients numériques sont :

$$q = t - 0{,}047761997\,t^2 + 0{,}017854577\,t^3 - 0{,}001758739\,t^4 + 0{,}000054134\,t^5,$$

on calcule les quantités de chaleur que représente l'eau à nos trois températures, on trouve

à $0^\circ,062$..........	$q_0 = 0^{\text{cal}},0617$,
à $9^\circ,862$..........	$q_1 = 10,7556$,
à $5^\circ,078$..........	$q_2 = 5,1974$.

» Or, il est clair que nous devrions avoir ici :

$$q_2 = (0{,}0617 + 10{,}7556) : 2 = 5^{\text{cal}},4087,$$

et non pas 5,1974. Si, à l'aide de la même équation, on cherche (par tâtonnements) la température qui répond à $5^{\text{cal}},4087$, on trouve $t_2 = 5^\circ,258$; c'est celle qu'eût dû prendre le mélange, si la loi de MM. Pfaundler et Platter était correcte. Elle surpasse, comme on voit, de $0^\circ,18$, la température réelle du mélange.

» Il résulte de là que l'hypothèse que j'ai hasardée est désormais inadmissible. Il en résulte décidément aussi que la chaleur spécifique de l'eau, aux environs de 4 degrés, est loin de varier aussi rapidement que l'indique la loi de MM. Pfaundler et Platter. On reconnaît toutefois que cette chaleur varie un peu plus rapidement dans les basses températures que dans les températures élevées.

» Nous avons, en effet, $(0^\circ,062 + 9^\circ,862) : 2 = 4^\circ,962$ pour la température finale qu'aurait dû prendre le mélange, si l'on avait $C = \text{const.} = 1$; la température réelle était de $0^\circ,116$ supérieure. Ce résultat se concilie parfaitement, je crois, avec les observations de M. Regnault et avec celles de MM. Jamin et Amaury.

» Avant de terminer cette Note, je reviens sur deux genres d'erreurs

auxquelles j'ai dit que mon *thermomètre-calorifère* peut donner lieu, et que, depuis, j'ai eu la satisfaction d'éluder complétement.

» 1° Lorsque le calorifère est plongé dans le bain qu'il doit échauffer, et que la colonne s'abaisse dans le tube indicateur, il reste des gouttelettes d'eau en route; le volume total rentré se trouve ainsi réduit d'une manière *variable*, et les quantités de chaleur cédées peuvent, par conséquent, *varier* aussi d'une expérience à l'autre. Pour éviter complétement cet inconvénient, il suffit d'ajouter à l'eau du calorifère $\frac{1}{200}$ de savon blanc de Marseille; cette eau *mouille* dès lors parfaitement le verre du tube, et la colonne se retire toujours régulièrement.

» 2° En raison de la rapidité du refroidissement qu'éprouve le calorifère, il est impossible que la température ait le temps de s'équilibrer dans le réservoir pendant l'immersion, et cette rapidité est d'autant plus grande que l'eau du calorimètre est plus froide elle-même. Il résulte de là que, quoiqu'on retire toujours l'instrument au moment où la colonne d'eau affleure le trait inférieur, la quantité de chaleur cédée chaque fois doit *varier* légèrement: elle doit être un peu plus grande quand l'eau du calorimètre est encore très-froide, que quand elle a été échauffée par des additions successives de chaleur. Il me paraît probable que cette cause d'erreur doit avoir *légèrement* faussé et accéléré la marche des différences de températures que j'obtenais après chaque addition de chaleur; et c'est ce qui explique la discordance, très-petite d'ailleurs, de mes résultats avec ceux de MM. Jamin et Amaury. Quoi qu'il en soit, je suis parvenu à annuler complétement, et d'une façon fort simple, la cause d'erreur dont je parle.

» Le calorifère a été pourvu d'un manchon mobile de fer-blanc, d'un diamètre un peu plus grand que celui du réservoir, ouvert par le bas, muni au haut de deux tubulures, l'une centrale, l'autre latérale; la tubulure centrale donne passage au tube indicateur, et un petit tube de caoutchouc rend hermétique l'intervalle de séparation, tout en permettant d'abaisser ou d'élever le manchon. La tubulure latérale porte un tube de caoutchouc assez long, au bout duquel s'adapte une petite pompe à air. Pendant qu'on échauffe le calorifère sur la lampe à alcool, on relève le manchon et on le rafraîchit avec un linge mouillé. Le calorifère étant plongé dans l'eau du calorimètre, on abaisse le manchon de manière qu'il recouvre complétement le réservoir du calorifère; l'air qui s'y trouve s'échappe librement par la tubulure latérale. Lorsque la colonne d'eau du tube indicateur approche du trait inférieur, on pousse de l'air dans le manchon à l'aide de

la petite pompe ; dès ce moment le refroidissement du calorifère est comme suspendu ; la colonne indicatrice s'abaisse avec une extrême lenteur, et l'équilibre de température s'établit parfaitement dans le réservoir d'eau chaude. Par suite de cet artifice, on est donc sûr de donner toujours au calorimètre des quantités rigoureusement égales de chaleur. »

« M. H. Sainte-Claire Deville expose quelques-uns des phénomènes chimiques dont il mesure en ce moment l'intensité, par exemple les lois de la décomposition de la vapeur d'eau par le fer, et il montre comment ces phénomènes se rapprochent en quelques points importants des phénomènes mécaniques de la condensation et de la vaporisation, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de l'hygrométrie. Son travail, pour lequel il désire prendre date, recevra une publicité complète dans un des prochains *Comptes rendus* de l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Recherches sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.* Mémoire de M. Moutard, présenté par M. Bertrand.

(Commissaires : MM. Bertrand, O. Bonnet.)

« *Introduction.* — Les difficultés dont le problème de l'intégration des équations aux dérivées partielles d'ordre supérieur continue à rester entouré, malgré les efforts d'illustres géomètres, paraissent tenir surtout à l'absence d'une méthode synthétique qui permette de construire *à priori* toutes les formes imaginables d'intégrales, de les discuter et de les classer, et de pénétrer le lien qui les unit aux équations différentielles correspondantes. C'est cette lacune qu'Ampère a cherché à combler dans son célèbre Mémoire de 1814 (*Journal de l'École Polytechnique*, t. X). Après avoir défini l'intégrale générale par ce caractère qu'elle ne doit établir, entre les variables indépendantes, la fonction et ses dérivées à l'infini, d'autres relations que celles qui sont exprimées par l'équation différentielle proposée et les équations qu'on en déduit par différentiation, il conclut de cette définition que toute intégrale d'une équation différentielle aux dérivées partielles, qui n'est pas composée d'un nombre infini de termes, ne peut être générale, à moins de contenir des arbitraires dont le nombre augmente lorsqu'on différentie.

» La question acquiert par là une certaine précision, mais la difficulté de découvrir toutes les expressions susceptibles d'augmenter en nombre par la différentiation subsiste tout entière.

» En ne considérant que les fonctions arbitraires proprement dites, dégagées de tout signe d'intégration, et ce qu'il appelle les *intégrales partielles*, contenant des fonctions arbitraires, cette dénomination étant prise dans un sens analogue à celui qu'on donne au mot *dérivées partielles*, Ampère néglige une classe illimitée d'arbitraires susceptibles d'être définies par voie de récurrence, au moyen d'arbitraires d'espèce inférieure. Que l'on conçoive, en effet, une équation différentielle renfermant explicitement des arbitraires d'une certaine espèce, et qui puisse être considérée comme d'un moindre degré de complication que les équations mêmes qu'on se propose d'intégrer, soit parce qu'il n'y entre pas de dérivées d'un ordre aussi élevé, soit parce que les dérivées qui y entrent ne portent pas sur un aussi grand nombre de variables indépendantes, la fonction définie par une pareille équation constituera généralement une nouvelle espèce d'arbitraire dont l'introduction pourra permettre l'intégration des équations plus complexes.

» Rien n'indique que dans cette voie il y ait de terme où l'on puisse s'arrêter. Néanmoins la question, telle qu'elle est posée dans le Mémoire de 1814, reste encore bien étendue, et ce n'est pas à cause de son défaut de généralité que la tentative d'Ampère n'a pas jusqu'ici produit, au point de vue purement analytique, les grands résultats que son incontestable valeur philosophique permet d'en espérer (1). Il semble, au contraire, que, dans l'état présent de l'analyse, il y ait encore avantage à diviser le problème et à compléter la monographie des cas les plus élémentaires. Les résultats les plus particuliers, lorsqu'ils ont acquis un degré suffisant de netteté, deviennent quelquefois l'origine de conceptions vraiment fécondes, et les efforts des plus modestes travailleurs peuvent ainsi faciliter, dans une certaine mesure, l'œuvre de ceux auxquels est réservée la construction des théories générales.

» Dans cette pensée, j'ai entrepris l'étude minutieuse de la forme la plus élémentaire dont soit susceptible l'intégrale générale des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, à savoir :

---

(1) Depuis que ces lignes ont été écrites, M. Darboux a publié, dans les *Comptes rendus*, deux Notes sur une extension de la méthode de Monge, qui paraît constituer un progrès considérable dans la voie ouverte par Ampère.

celle qui consiste en une relation unique entre les trois variables, deux fonctions arbitraires de quantités distinctes formées explicitement avec les trois variables, et les dérivées en nombre limité de ces fonctions arbitraires, les arbitraires n'entrant d'ailleurs sous aucun signe d'intégration. En écartant ainsi non-seulement les arbitraires qui dépendent d'intégrations partielles préalables, mais encore les fonctions arbitraires qu'Ampère nomme *implicites*, et qui sont composées de quantités dont la valeur en x, y, z varie avec la forme qu'on donne à ces fonctions arbitraires, on restreint le problème plus encore qu'on ne s'y attend au premier abord.

» On peut démontrer, en effet, et c'est là l'objet de la première partie de ce Mémoire, que les seules équations aux dérivées partielles du second ordre et à deux variables indépendantes, susceptibles d'admettre une intégrale générale de cette espèce élémentaire et qui ne sont réductibles, par un changement de variables, ni aux équations linéaires de Laplace, ni à l'équation de M. Liouville $\frac{d^2z}{du\,dv} = e^z$, sont toutes, en exceptant deux cas particulièrement simples, réductibles à la forme

$$\frac{d^2z}{du\,dv} = \frac{d}{du}(\mathrm{A}e^z) - \frac{d}{dv}(\mathrm{B}e^{-z}),$$

où A et B sont des fonctions des seules variables indépendantes, assujetties elles-mêmes à vérifier certaines conditions.

» De plus, l'intégration de cette équation est ramenée à dépendre uniquement de celle d'une équation linéaire de la forme considérée par Laplace, à savoir :

$$\frac{d^2\alpha}{du\,dv} = \frac{dl\mathrm{A}}{dv}\frac{d\alpha}{du} + \mathrm{AB}\alpha.$$

» Malgré le caractère restreint de ce premier résultat, j'espère qu'il ne sera pas sans intérêt pour les géomètres, parce qu'il permet de reconnaître en quelque sorte, à première vue, si une équation donnée admet ou non une intégrale générale de la forme élémentaire, et de calculer cette intégrale lorsqu'elle existe. Mais le problème n'est pas borné à l'établissement des conditions auxquelles doit satisfaire l'équation différentielle; ces conditions étant exprimées par des équations aux dérivées partielles d'un ordre d'autant plus élevé qu'on admet un plus grand nombre de dérivées des fonctions arbitraires dans l'équation générale, on est naturellement amené à chercher un moyen de former les équations mêmes qui satisfont à ces conditions. Par cela seul que l'intégration de l'équation la plus générale

$$\frac{d^2z}{du\,dv} = \frac{d}{du}(\mathrm{A}e^z) - \frac{d}{dv}(\mathrm{B}e^{-z})$$

dépend uniquement de celle de l'équation

$$\frac{d^2\alpha}{du\,dv} - \frac{dl\mathrm{A}}{dv}\frac{d\alpha}{du} - \mathrm{AB}\alpha = 0,$$

la question sera résolue complétement lorsqu'elle le sera pour les équations de Laplace. Je crois avoir atteint ce but, en montrant dans la seconde partie de ce Mémoire, comment on peut construire l'équation linéaire la plus générale, susceptible d'être intégrée entièrement, sous forme finie, avec deux fonctions arbitraires et leurs dérivées en nombre déterminé m et n.

» Parmi les équations linéaires, celles qui sont réductibles à la forme

$$\frac{d^2z}{du\,dv} = \Lambda(u, v).z$$

ont une importance particulière, à cause du rôle qu'elles jouent dans de nombreuses recherches géométriques. Le problème qui a pour objet de construire une pareille équation, par la condition qu'elle admette une intégrale générale renfermant n dérivées des fonctions arbitraires, n'est pas un cas particulier du problème plus général dont il vient d'être parlé, et la solution dépend alors d'une seule équation aux dérivées partielles d'ordre $2n$, qui se réduit à l'équation de M. Liouville pour $n = 1$. Je suis parvenu à obtenir, par voie de récurrence, l'intégrale générale de cette équation, en mettant à profit une remarque rencontrée dans le problème de géométrie suivant :

» *Transformer une surface de manière que les éléments linéaires correspondants de la surface donnée et de la surface transformée soient dirigés à angle droit.*

» Je me réserve de faire de ce problème, intimement lié à la théorie de la déformation des surfaces et à la théorie des lignes asymptotiques, l'objet d'une étude spéciale; mais la partie analytique de cette étude se confond entièrement avec celle de l'équation

$$\frac{d^2z}{du\,dv} = \Lambda z,$$

et rentre ainsi dans le cadre du présent travail, dont elle constitue la troisième partie.

» En examinant la méthode qui conduit à ces résultats, on est naturellement amené à rechercher dans quelle mesure elle peut s'appliquer à l'étude des intégrales d'une forme moins élémentaire. Lorsque, par exemple, l'intégrale ne renferme, sous forme finie, que l'une des deux fonctions ar-

bitraires, l'autre pouvant être engagée sous un signe d'intégration partielle, la méthode s'applique évidemment d'une manière immédiate aux pures équations linéaires, parce qu'alors les parties relatives aux deux fonctions arbitraires peuvent être séparées l'une de l'autre; mais, si l'on se pose la question d'une manière plus générale, une analyse entièrement différente doit être employée. Je réserve pour un travail ultérieur le développement de cette analyse, et l'étude du cas où les deux fonctions arbitraires ne sont pas composées de quantités distinctes. »

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur la détermination du travail latent dans les systèmes à mouvements uniformes, ou uniformément périodiques; par* **M. P. Boileau.**

(Commission précédemment nommée.)

« La notion du *travail latent*, que j'ai introduite dans la théorie du régime uniforme des courants liquides (1), est un élément nécessaire de toute étude dynamique complète des systèmes où il se produit des actions mutuelles capables de vaincre la résistance de la matière au déplacement relatif de ses molécules ou de leurs groupes, et les applications du *principe de la répartition du travail moteur* qui découle de cette notion ne sont, dans aucun cas, sans intérêt pour la physique générale : j'ai considéré, dans le présent Mémoire, celles qui concernent le frottement des corps solides, et le mouvement des liquides entre des parois.

» Dans le frottement de deux solides, les aspérités des surfaces s'entrechoquent et s'engrènent, de sorte que, dans les premiers intants de leur contact, ces particules ont un mouvement commun, et subissent un déplacement intérieur, avant de glisser les unes sur les autres; il en résulte des vibrations, et je fais voir que, pour chacune des deux masses, le travail latent est égal au produit de l'intensité du frottement par ce déplacement intérieur.

» En ce qui concerne les courants liquides, les considérations sur lesquelles s'appuie la théorie précitée, et l'équation générale que j'ai établie, conduisent à reconnaître que le travail latent, c'est-à-dire la portion du travail moteur qui est employée pour l'entretien des mouvements moléculaires intestins, tels que les tourbillonnements et les déplacements transversaux, peut être évalué par le produit de la résistance des parois et

(1) Voir les *Comptes rendus*, t. LXVII (1868) et le *Journal de Mathématiques pures et appliquées* de M. Liouville (octobre 1869).

de l'excès de la vitesse moyenne U du courant sur la vitesse de transport w du fluide en contact avec les aspérités de ces parois.

» Considérant ensuite les pertes de chute, et désignant par ζ et φ les portions de la perte totale i qui correspondent respectivement aux mouvements intestins et au frottement, j'obtiens la formule

$$\zeta = i\left(1 - \frac{w}{U}\right),$$

et la valeur $i\frac{w}{U}$ de φ fait apprécier l'erreur que l'on avait commise en attribuant uniquement au frottement du fluide sur les parois la perte de chute i.

» L'observation de la vitesse w n'ayant été faite par aucun auteur, il m'a paru utile d'indiquer des procédés au moyen desquels on pourrait l'effectuer exactement. En attendant qu'ils aient été appliqués, on peut se rendre compte de l'importance relative des pertes de chute précitées dans les tuyaux de conduite en fonte, avec ou sans dépôts intérieurs, en employant les mesures de vitesses qui ont été faites par M. Darcy, depuis l'axe jusqu'aux deux tiers du rayon, et en admettant avec ce savant ingénieur que la loi de décroissement des vitesses déduite de ces mesures s'étend jusqu'à la paroi : mes calculs m'ont conduit aux conséquences suivantes:

» Le travail latent est proportionnel au frottement et à la différence entre la plus grande et la plus petite vitesse de transport.

» Le rapport $\frac{\zeta}{i}$ diminue, pour un même tuyau, à mesure que i augmente, mais son décroissement est très-faible à partir des vitesses U de $0^m,76$ par seconde. En moyenne, pour des vitesses d'un mètre, et en l'absence de dépôts intérieurs, qui l'augmentent beaucoup, la valeur de ce rapport est 0,12.

» En basant les comparaisons sur la vitesse w du liquide en contact avec les parois, on reconnaît que, à égalité de cette vitesse, les deux pertes de chute partielle ζ et φ diminuent quand le diamètre du tuyau augmente.

» Pour un même diamètre, les rapports $\frac{\zeta}{w^2}$ et $\frac{\varphi}{w^2}$ décroissent, mais faiblement, lorsque la vitesse s'accroît; ainsi, dans un tuyau, sans dépôts, de $0^m,245$ de diamètre, cette vitesse variant de $0^m,40$ à 3 mètres, $\frac{\zeta}{w^2}$ diminue de 0,00106 à 0,00089, et $\frac{\varphi}{w^2}$ de 0,00655 à 0,00624.

» Les dépôts intérieurs qui se forment généralement sur les parois des conduites d'eau, après un certain temps de service, influent inégalement

sur les pertes de chute ζ et φ : pour une même vitesse et un même diamètre, ils augmentent notablement plus la première que la seconde; en outre, le coefficient d'accroissement de celle-ci paraît à peu près indépendant de la vitesse du fluide, tandis que l'effet de l'augmentation de rugosité des parois sur les mouvements intestins du courant diminue ou augmente en même temps que cette vitesse. »

CHIMIE. — *Recherches expérimentales sur l'or et ses composés.* Mémoire de **M. J.-P. Prat.** (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie les premiers résultats des recherches que j'ai entreprises, il y a bientôt deux ans, sur l'or et ses composés, en vue de réaliser le fluorure de ce métal et d'en extraire ensuite le fluor par la chaleur.

» A cet effet, je me suis posé les deux problèmes suivants :

» 1° De fluorer l'or sans l'intervention d'aucun autre corps halogène libre ou combiné, afin de prévenir toute objection sur l'identité et la pureté du fluor une fois isolé de l'or;

» 2° De constituer un oxyde d'or salifiable non pas seulement par les hydracides, mais encore et surtout par les oxacides.

Observations sur le rôle de l'eau régale dans son action sur l'or.

» Mes expériences m'ont permis de constater les faits suivants : 1° qu'en variant les conditions opératoires de la chloruration de l'or, les résultats étaient différents; 2° qu'en variant également la proportion des deux acides constituant l'eau régale, on obtient des chlorures dont la proportion d'or varie; 3° que, lorsqu'il y a prédominance d'acide chlorhydrique, celui-ci tend à mettre du chlore en liberté en réduisant l'acide azoteux à l'état de bioxyde d'azote, que l'air transforme en acide hypoazotique; 4° que lorsque, au contraire, il y a excès d'acide azotique dans la liqueur régale, un atome d'oxygène est cédé au sesquichlorure.

» Depuis que j'ai fait ces observations, je me sers d'une eau régale particulière. Pour la préparer, il suffit d'étendre préalablement de leur volume d'eau les acides composants. Cette simple précaution a pour effet d'empêcher la formation d'acide chlorazotique.

Éponge d'or.

» Une dissolution à 10 pour 100 de sesquichlorure d'or est exactement

saturée à froid par du bicarbonate de potasse pulvérisé; puis, on ajoute 1 équivalent du même bicarbonate en solution saturée, pour 1 équivalent de sel d'or.

» La liqueur filtrée est ensuite traitée par environ 5 équivalents d'acide oxalique pulvérisé que l'on ajoute peu à peu; puis, on la porte à l'ébullition, que l'on maintient deux minutes, temps à peu près suffisant pour que tout l'or réduit soit rassemblé en masse cohérente.

» Dans cette opération, on observe que tout l'or se réduit à l'état de poudre d'une extrême ténuité. Mais, phénomène bien remarquable, ces particules d'or semblent sollicitées par une sorte d'attraction mutuelle favorisée par le mouvement de l'ébullition, de telle sorte que toutes les particules, se précipitant les unes sur les autres, s'attachent si bien entre elles, qu'elles forment bientôt une masse spongieuse et qu'il ne reste plus d'or disséminé dans la liqueur.

» Ainsi obtenu, l'or n'offre pas le moindre brillant métallique et ressemble, quant à la couleur et à l'aspect, à une véritable éponge mouillée.

» Cette éponge peut être convertie en lingot sans fusion préalable.

» L'éponge d'or, desséchée et calcinée, conserve son état et possède les propriétés des corps poreux analogues.

» L'application de ces principes doit servir très-utilement à la recherche, à l'extraction et au dosage de l'or, dans n'importe quel cas.

» Voici les avantages que cette méthode offre à mes yeux : 1° l'or en dissolution peut être intégralement séparé de la plupart des métaux; 2° sa réduction est très-rapide et absolument complète; 3° il est entièrement rassemblé en masse spongieuse, cohérente, ce qui permet de le recueillir très-aisément; 4° il peut être purifié et pesé dans cet état; 5° enfin, le mode opératoire exige très-peu de temps et ne comporte pas de complications.

» Si l'on chauffe l'éponge d'or avec la combinaison d'acide sulfurique et d'acide iodique, $3(SO^3HO)IO^5HO$, jusqu'à ce que le mélange ait pris une couleur orange foncé, ce qui a lieu vers 300 degrés, l'or est entièrement oxydé. On le vérifie en dissolvant le produit dans l'acide azotique fumant. Cette dissolution, étendue d'eau et chauffée, abandonne bientôt un abondant précipité brun de protosulfate d'or. L'acide iodique restant se retrouve dans la liqueur uni à l'acide azotique, lequel s'est substitué à l'acide sulfurique.

» Le protosulfate d'or ainsi obtenu est lavé, séché et conservé à l'abri de la lumière qui l'altère assez rapidement.

» Le sesquisulfate d'or peut cristalliser, mais très-difficilement.

» Parfaitement desséché, il est rouge pourpré. Soumis à l'action de la chaleur, il est d'une stabilité remarquable. Il est très-hygroscopique. Une grande quantité d'eau le dédouble en proto-sel insoluble et en per-sel qui reste dans la liqueur.

» Si j'attache une certaine importance à la découverte des sulfates d'or, c'est parce qu'elle ouvre une voie nouvelle pour la réalisation des oxysels d'or capables d'exister.

Observations sur les chlorures d'or.

» L'or en éponge, étant chauffé dans une dissolution de sesquichlorure, se dissout en donnant naissance au chlorure intermédiaire.

» Le protochlorure d'or, également chauffé avec le sesquichlorure, produit le même résultat.

» Un courant de chlore dirigé sur un chlorure d'or quelconque, convenablement chauffé, peut produire un chlorure volatil supérieur au sesquichlorure.

Iodures d'or.

» Pour préparer le proto-iodure d'or, je substitue l'acide iodhydrique aqueux à l'iodure de potassium.

Sesqui-iodure d'or.

» Le proto-iodure précédent se dissout dans l'acide iodhydrique saturé d'iode. En évaporant la liqueur à une douce chaleur, on obtient, en petits cristaux rhomboédriques, le sesqui-iodure d'or, sel nouveau.

Nouveaux oxydes d'or. — Oxyde d'or intermédiaire.

» Quand on dissout l'or incomplétement, par défaut d'eau régale préparée avec excès d'acide chlorhydrique, et que l'on sature la liqueur par le bicarbonate de potasse en quantité suffisante pour dissoudre le précipité formé, on obtient une solution jaune-orange.

» Cette liqueur, une fois filtrée, est soumise à l'action de la chaleur. A 55 degrés, elle commence à se troubler; à 60 elle abandonne un hydrate vert-olive clair; de 65 à 95 degrés, un autre corps hydraté vert-olive foncé se développe. On le sépare par filtration. L'or qui reste dans la liqueur est à l'état de chloraurate alcalin. On peut le retirer à la minute en appliquant ma méthode de réduction.

» L'oxyde olive clair contient 8 pour 100 d'oxygène.

» L'oxyde olive foncé contient 7,74 pour 100 d'oxygène, ce qui conduit à la formule Au^2O^2.

Propriétés de l'oxyde Au^2O^2.

» Exposé à l'air, cet oxyde se déshydrate spontanément et se convertit en masses presque noires, lourdes, dures, à cassure brillante, conchoïde.

» La lumière n'a pas d'action sur lui, ce qui le distingue nettement de l'acide aurique. Chauffé, cet oxyde perd tout son oxygène vers 250 degrés.

» L'oxyde intermédiaire se dissout très-facilement dans les hydracides. Sa dissolution chlorhydrique opérée à froid est vert foncé.

» L'oxyde d'or intermédiaire peut s'unir également avec les oxacides concentrés, et surtout par le concours de la chaleur.

» L'acide fluorhydrique étendu se combine avec l'oxyde intermédiaire *sans le dissoudre*, ce à quoi parvient la vapeur de cet acide. L'acide du fluor se comporte encore ici comme un véritable oxacide.

Bioxyde d'or.

» On dissout l'or dans un excès d'eau régale, avec prédominance d'acide azotique, la solution obtenue étant sursaturée de bicarbonate de potasse et chauffée, comme dans la préparation de l'oxyde intermédiaire, on aura, à la place de ce dernier, un hydrate jaune-orange, lequel, lavé et desséché, constitue une poudre que l'on pourrait confondre avec l'ocre jaune.

» Ce nouvel oxyde est inaltérable à la lumière; soumis à l'action de la chaleur, il présente ce phénomène très-remarquable, qui peut servir de caractère distinctif : vers 200 degrés, il dégage de l'oxygène en lançant une foule d'*étincelles blanches douées du plus vif éclat;* puis, la température s'élevant, il abandonne tout l'oxygène qu'il contient et laisse en résidu l'or pur.

» L'analyse de cet oxyde a été faite. J'ai trouvé qu'il contenait en moyenne près de 15 pour 100 d'oxygène, ce qui correspond à la formule AuO^2.

» Les sulfates d'or solubles se combinent avec les sulfates alcalins, en produisant un sel cristallisé en octaèdres, qui paraît être un *alun d'or*.

» Je conclus de tout ce qui précède :

» 1° Que l'eau régale chlorure l'or à divers degrés, ce qui dépend de sa composition, de la quantité agissante, de la chaleur;

» 2° Que l'or à $\frac{100}{100}$ peut être promptement préparé et recueilli à l'état d'éponge;

» 3° Que l'or peut être directement oxydé et salifié par certains oxacides;

» 4° Qu'il existe un chlorure d'or liquide volatil, supérieur au sesquichlorure, de même qu'un sesqui-iodure et un carbonate;

» 5° Qu'il existe également deux oxydes d'or capables de donner deux séries de sels nouveaux;

» 6° Que l'or, dans beaucoup de circonstances, se comporte comme certains autres métaux. »

M. Guérin-Méneville adresse des observations sur la nature de l'*uji* ou *oudji*, insecte parasite qui a fait éprouver récemment une diminution notable à la production des graines de vers à soie au Japon. Les observations faites récemment par M. Adams, secrétaire de la légation d'Angleterre au Japon, qui a pu voir à la fois le ver, la chrysalide et la mouche à l'état parfait, et qui a publié des figures de l'insecte à ces trois états, font voir que l'*oudji* est un diptère, comme la mouche chinoise signalée par M. Castellani, et comme la mouche française qui a si facilement adopté le ver à soie de l'ailante. Il propose de lui donner le nom de *Tachina oudji*.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Moyret adresse, de Lyon, une Note relative à l'assainissement de l'air évacué des hôpitaux. Le moyen proposé par l'auteur consisterait à faire passer l'air sur du perchlorure de fer : ce corps pourrait d'ailleurs être utilisé pendant assez longtemps, et serait fourni à bas prix par les fabriques où l'on prépare la soude artificielle.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'assainissement des hôpitaux.)

M. P. Levert adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

Le Mémoire adressé par *M. Græff*, dans l'une des séances précédentes, sur la construction du barrage du Pinay, est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Morin, Combes, Phillips.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le tome LXIX de la Collection des brevets d'invention, ainsi que les n°s 9 à 11 du Catalogue de 1869.

ASTRONOMIE. — *Remarque relative à une Note de* M. Flammarion *sur la loi du mouvement de rotation des planètes.* Note de **M. G. Quesneville**, présentée par M. Delaunay.

« M. Flammarion vient de soumettre à l'Académie une prétendue loi d'après laquelle il y aurait proportionnalité entre les densités des planètes et les racines carrées des rapports ds la pesanteur à la force centrifuge. Il est facile de voir que les chiffres de M. Flammarion sont inexacts, et que sa loi conduit à une conséquence inadmissible. En effet, soient m la masse, d la densité, r le diamètre et T le temps de rotation d'une planète. La pesanteur à la surface sera $\frac{m}{r^2}$, ou proportionnelle à rd; la force centrifuge sera proportionnelle à $\frac{r}{T^2}$, le rapport de ces nombres est $T^2 d$, et sa racine carrée $T\sqrt{d}$. Les nombres dont s'occupe M. Flammarion s'obtiennent donc par la formule $17T\sqrt{d}$, en prenant $T = 1$, $d = 1$ pour la Terre. Si ces nombres étaient proportionnels à d, le rapport $d : T^2$ serait constant, et *les densités seraient comme les carrés des temps de rotation*, ce qui n'est pas. Voici, en effet, la comparaison des densités et des nombres T^2, d'après les données du dernier *Annuaire du Bureau des longitudes* :

	d	T^2	$d : T^2$.
Mercure	1,38	1,01	1,36
Vénus	0,90	0,95	0,95
Terre	1,00	1,00	1,00
Mars	0,71	1,06	0,67
Jupiter	0,24	0,17	1,38
Saturne	0,12	0,19	0,63

» On voit qu'il n'y a aucune proportionnalité entre les nombres qu'il s'agit de comparer. L'accord apparent des deux tableaux (4) et (5) de M. Flammarion s'explique sans difficulté. D'abord ses nombres ont été calculés d'une manière inexacte, avec des données qui n'étaient pas comparables. La pesanteur à la surface est copiée sur l'*Annuaire*, tandis que les densités adoptées diffèrent de celles de l'*Annuaire*. Voici les nombres exacts, calculés avec les densités de M. Flammarion :

	d	$17d$.	$17T\sqrt{d}$.		
Mercure	1,31	22,3	19,6	au lieu de	22
Vénus	0,91	15,5	15,8	»	15,6
Terre	1,00	17,0	17,0	»	17,0
Mars	0,80	13,6	15,6	»	14,7
Jupiter	0,22	3,74	3,30	»	3,6
Saturne	0,14	2,38	2,74	»	2,5

» L'accord des deuxième et troisième colonnes est déjà bien moins apparent, lorsqu'on a rectifié les chiffres, et il s'explique comme il suit : pour les quatre premières planètes on a sensiblement $T = 1$, et les densités ne diffèrent pas beaucoup de l'unité; d'où il résulte très-naturellement que $\sqrt{d}$ ou bien $T\sqrt{d}$ ne diffère pas beaucoup de d; ici l'accord existe donc simplement entre d et $\sqrt{d}$, comme il existerait entre d et $\sqrt[3]{d}$, etc. Pour Jupiter et Saturne, les rotations sont égales à 0,4, et les densités sont comprises entre 0,14 et 0,22 (0,12 et 0,24 d'après l'*Annuaire*); leurs racines carrées sont vaguement du même ordre que 0,4 (0,47 et 0,37 d'après M. Flammarion; 0,49 et 0,35 d'après l'*Annuaire*), mais il n'y a pas proportionnalité, puisque la plus grande des deux rotations correspond à une densité qui est la *moitié* de l'autre. Tout ce qu'on peut conclure de ces analogies, c'est ce fait bien connu que les planètes se divisent en deux groupes nettement séparés : dans le premier, les rotations et les densités diffèrent peu du jour terrestre et de la densité de la Terre; dans le second, où les densités sont beaucoup plus petites, les deux rotations connues sont égales à dix heures, et il serait possible qu'Uranus et Neptune eussent la même rotation de dix heures, mais cette induction repose sur la plus vague des analogies, puisque nous avons trouvé plus haut :

	Densité.	Carré de T.
Mercure.............	1,38	1,01
Mars................	0,71	1,06
Jupiter..............	0,24	0,17
Saturne..............	0,12	0,19. »

ASTRONOMIE. — *Analyse spectrale d'une tache solaire.* Note de **M. G. Rayet**, présentée par M. Delaunay.

« Mardi dernier, 12 avril 1870, en examinant au spectroscope la lumière d'une immense tache, centre d'un groupe très-étendu situé dans la région sud-ouest du disque solaire, j'ai vu la ligne C se renverser et devenir lumineuse dans la portion répondant au noyau.

» Je ne connais qu'une seule observation analogue : celle faite par le R. P. Secchi, le 12 avril 1869 et mentionnée en détail dans les *Comptes rendus* du 6 septembre 1869.

» Les circonstances qui rendent possible le renversement des raies dans une tache sont donc peu fréquentes. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations de l'indice de réfraction de l'eau avec la température.* Note de M. M. CROULLEBOIS, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« Plusieurs physiciens se sont appliqués à mesurer les variations qu'éprouvent les indices de réfraction des liquides sous l'influence de la température.

» Les premières expériences paraissent avoir été faites sur l'eau. Il y a déjà bien longtemps qu'Arago posa le problème suivant :

» L'indice de l'eau passe-t-il par un maximum, en même temps que la densité, dans le voisinage de 4 degrés centigrades? En d'autres termes, la recherche de l'indice maximum peut-elle être prise pour le *criterium* de la recherche de la densité maxima?

» Ce sont là les propres expressions d'Arago. L'illustre astronome employa d'abord la méthode du prisme de Newton, et il trouva que, contrairement à ses prévisions, l'indice diminuait continuellement avec la température, et qu'il ne se passait rien de remarquable dans le voisinage de la température correspondant à la densité maxima. Plus tard, il eut l'idée d'appliquer la méthode interférentielle, dont il est l'inventeur, à la solution de ce problème délicat : les résultats obtenus confirmèrent les premières recherches. Pour expliquer cette anomalie, il émit l'hypothèse que, à la température de 4 degrés centigrades et au-dessous, une portion de l'eau passe à l'état de glace, ce qui suffit pour masquer la condensation réelle du reste du liquide, à travers lequel chemine le rayon de lumière.

» Sans doute Arago n'attribuait aucune réalité à son hypothèse toute gratuite, ou bien il n'avait pas une confiance absolue dans des mesures effectuées à une époque où sa vue était déjà très-fatiguée, car il insiste vivement, dans un de ses derniers Mémoires, sur la nécessité de soumettre la question à de nouvelles vérifications. Il ne se borne pas à un simple vœu : il présente aux expérimentateurs et les appareils dont ils ont à se servir et la méthode dont l'application doit lever les incertitudes.

» Cette méthode m'a semblé défectueuse, et je ne suis pas surpris que l'éminent physicien qui en a fait usage soit arrivé aux mêmes conclusions que son illustre maître. M. Jamin crut avoir démontré que l'indice de l'eau est continuellement décroissant quand la température augmente, et qu'à t degrés il a pour valeur

$$n = n_0 - 0,000012573\, t - 0,000001929\, t^2.$$

Telle est la formule empirique qui paraît lui représenter la marche du phénomène et qu'il a consignée dans le tome III de son excellent *Traité d'Optique*.

» Je suis arrivé à des conclusions bien différentes, tout à fait opposées à celles d'Arago et de M. Jamin, et je propose de substituer à la formule de ce dernier savant une autre relation destinée à condenser ces résultats nouveaux.

» J'ai trouvé, après des expériences multipliées, que l'indice de l'eau passe par une valeur maximum à 4 degrés, et, qu'à partir de ce point, il va en décroissant, soit pour des températures plus basses, soit pour des températures plus élevées. Toutefois ce maximum est peu marqué, il est égal à 1,3335; pour le reconnaître, il fallait se servir d'un procédé doué de grande sensibilité, se placer dans les conditions les plus favorables et prendre en outre des précautions spéciales.

» La méthode a déjà été publiée dans les *Comptes rendus :* je donnerai aujourd'hui une description sommaire de l'appareil, dont la pièce essentielle est un compensateur d'une forme spéciale, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» C'est une caisse parallélépipédique ayant 3 centimètres de largeur, $1\frac{1}{2}$ centimètre d'épaisseur, et 1 décimètre de hauteur. Elle est ouverte à sa base supérieure, et les deux faces larges opposées sont percées d'ouvertures circulaires O et O' ayant leurs centres sur une même ligne horizontale. Ces ouvertures sont fermées par des glaces, qui sont bien planes et bien pures et assez solidement mastiquées pour ne pas se détacher lors des élévations de température. Dans l'intérieur de la caisse, à la hauteur des ouvertures transparentes, se trouvent placés côte à côte un double prisme de M. Billet, et une lame antagoniste du même verre. La portion mobile du prisme est mastiquée à sa partie supérieure dans une monture métallique, taillée en biseau sur sa tranche et pouvant glisser à frottement doux dans une coulisse où tout ballottement est rendu impossible. Le prisme mobile reçoit un mouvement très-lent, ascendant ou descendant, qui lui est communiqué par une vis micrométrique. Quand on veut déterminer l'indice d'un liquide, on installe l'appareil dans un réfracteur interférentiel composé de demi-lentilles, et l'on procède de la manière suivante à ces deux opérations :

» Dans la première opération, la caisse est vide et le compensateur joue dans l'air; on mesure la longueur l dont le prisme a glissé pour provoquer le transport d'un nombre k de franges.

» Dans la seconde opération, la caisse contient l'eau; on produit un

déplacement l' du verre mobile, autant que possible peu différent de l, et l'on estime le nombre k' des franges transportées.

» Connaissant les quantités k, k', l et l', la longueur d'ondulation λ de la lumière employée, on obtient, à l'aide d'une formule simple, l'indice de réfraction du liquide, rapporté à cette couleur,

$$n' - 1 = \frac{kl' - k'l}{kl'}(n - 1):$$

n' désignant l'indice de l'eau, n l'indice des verres du compensateur.

» Il m'a paru préférable d'opérer dans un milieu amené naturellement à la température à laquelle on voulait faire la détermination, au lieu de réaliser artificiellement cette température par un réchauffement ou un refroidissement convenable. Pour cela j'ai utilisé les froids rigoureux et constants des jours d'hiver, en plaçant mes appareils dans une salle à murailles épaisses, exposée au nord, et éloignée de tout foyer de chaleur.

» De cette façon, il m'a été possible d'embrasser une étendue notable de l'échelle des températures, et la partie la plus intéressante de cette échelle, c'est-à-dire celle qui s'étend depuis -3° jusqu'à $+16^\circ$.

» Pour expérimenter sur l'eau liquide au-dessous de zéro, j'ai pris la précaution recommandée par Arago lui-même. Elle consiste à préserver de toute vibration la masse liquide et à la protéger, par une légère couche d'huile, contre le contact des petits glaçons flottants de l'atmosphère. On peut remarquer, en passant, que les conditions qui président à la surfusion de l'eau n'étaient pas inconnues de l'illustre physicien.

» Dans un Mémoire qui sera publié prochainement, je donnerai l'exposition complète de mon procédé et le détail des chiffres que j'ai obtenus dans mes expériences.

» Je suis parvenu à réunir tous mes résultats dans la formule empirique suivante :

$$\mu_t - 1 = (\mu_0 - 1)(1 + 0,000052832\,t - 0,0000066 0395\,t^2),$$

μ_t et μ_0 désignant les indices de l'eau aux températures respectives de t et de zéro. »

CHIMIE. — *Note sur l'essai d'argent contenant du mercure;* *par* **M. H. Debray.**

« On connaît les modifications que la présence du mercure apporte dans l'essai d'argent par voie humide. Les liqueurs s'éclaircissent plus difficile-

ment par l'agitation, le chlorure d'argent s'altère moins à la lumière, et il cesse même complétement de noircir si l'essai contient de 4 à 5 millièmes de mercure ou plus. Le titre de l'essai est alors supérieur au titre réel d'une quantité sensiblement égale à celle du mercure, lorsque la proportion de ce métal dans l'argent est seulement de quelques millièmes. Tous ces faits ont été constatés par Gay-Lussac, en 1835.

» Le chlorure d'argent entraîne donc du chlorure de mercure, quoique ce métal n'existe pas dans la liqueur acide de l'essai à l'état de protonitrate, mais bien à l'état de nitrate de bioxyde, que le sel marin ne précipite pas d'ordinaire, puisque le bichlorure est soluble. Ce fait inattendu avait naturellement conduit les essayeurs à rejeter la voie humide, dans le cas de l'argent mercurié, jusqu'en 1845, où Levol fit connaître un moyen simple d'éliminer l'influence du mercure.

» Dans le procédé de Levol, on ajoute à la prise d'essai, dissoute dans 5 centimètres cube d'acide azotique à 32 B., 25 centimètres cubes d'ammoniaque, puis 20 centimètres cubes d'acide acétique, et l'on continue l'essai à la façon ordinaire. L'éclaircie des liqueurs est beaucoup plus difficile, mais on arrive à un titre exact, et le chlorure d'argent se colore à la lumière comme en l'absence du mercure. Il est même possible de rétablir un essai dans lequel on a reconnu le mercure par l'inaltérabilité du chlorure d'argent à la lumière, en dissolvant ce chlorure dans l'ammoniaque et sursaturant ensuite par l'acide acétique.

» L'exactitude des résultats de Levol a été vérifiée par tous les essayeurs, mais l'explication qu'il en a donnée et qui consistait à admettre la formation d'un azotate de bioxyde de mercure et d'ammoniaque doué d'une stabilité particulière, et sur lequel le sel marin, en présence de l'argent, était sans action, n'est pas fondée puisque l'acétate de soude, ajouté à la liqueur d'essai avant le sel marin, produit, comme l'a montré Gay-Lussac, le même effet que l'ammoniaque et l'acide acétique. Aucune autre explication de ces phénomènes n'a été proposée jusqu'ici ; les expériences consignées dans cette Note permettront, je l'espère, d'en comprendre la théorie.

» I. Le chlorure d'argent bien lavé, mis au contact d'une solution très-étendue de bichlorure de mercure, change d'aspect. Il blanchit, s'il avait déjà commencé à noircir à la lumière, se divise beaucoup par l'agitation et ne se dépose plus qu'avec lenteur. Le chlorure d'argent a fixé du chlorure de mercure, mais il en reste toujours dans la liqueur, même lorsqu'elle n'en contenait que les 7 ou 8 millièmes du poids de l'argent renfermé dans le chlorure; de plus, le chlorure d'argent mercurié ne peut être lavé,

même à l'eau froide, sans perdre son bichlorure et reprendre alors la propriété de noircir à la lumière. Ces faits montrent bien qu'il ne se forme pas de combinaison définie des deux chlorures, mais que l'absorption du sel de mercure par le chlorure d'argent est plutôt un phénomène analogue à ceux qui se produisent dans la teinture en mauvais teint, où l'on voit une étoffe fixer, suivant la concentration du bain de teinture, une quantité variable de matière colorante, qu'un lavage prolongé peut lui enlever en totalité.

» Quant au blanchiment du chlorure d'argent dans le bichlorure de mercure, il s'explique par une réduction partielle du sublimé corrosif qui cède au chlorure d'argent altéré le chlore qu'il avait perdu.

» II. Une solution de nitrate mercurique, ajoutée au chlorure d'argent en suspension dans l'eau, produit le même changement dans ce chlorure; de plus, une certaine quantité d'argent est entrée en dissolution : si l'on a ajouté 4 à 5 milligrammes de mercure, la liqueur décime de sel marin accusera à peu près le même nombre de milligrammes d'argent dans cette dissolution; au reste, la présence de l'azotate de soude ne change rien au phénomène, c'est-à-dire que si l'on ajoute du nitrate de bioxyde de mercure à un essai terminé, on aura encore à précipiter une certaine quantité d'argent, et le titre définitif de l'essai ainsi mercurié sera le même que si l'on avait ajouté le nitrate de mercure avant de précipiter par le chlorure de sodium. Ce phénomène est dû *à la solubilité du chlorure d'argent dans l'azotate mercurique;* dans une telle dissolution, il peut évidemment se former du bichlorure de mercure que le chlorure d'argent non dissous absorbe, en prenant les propriétés que l'on constate dans l'essai mercurié, en même temps que de l'azotate d'argent, dont la présence peut être accusée par le sel marin.

» Pour mettre en évidence la solubilité du chlorure d'argent dans l'azotate mercurique, il suffit de chauffer à 100 degrés le chlorure d'argent obtenu en précipitant 1 gramme de métal, avec 10 à 12 grammes de bioxyde de mercure, 50 centimètres cubes d'eau distillée, et assez d'acide azotique, pour dissoudre l'oxyde de mercure. Le chlorure d'argent disparaît peu à peu, et, par refroidissement, il se dépose en cristaux octaédriques inaltérables à la lumière, parce qu'ils retiennent un peu de mercure. Mais la dissolution froide contient encore beaucoup d'argent ($0^{gr},3$ environ), quoique l'addition de la liqueur décime n'y produise pas de précipité. Le sel marin concentré y détermine un trouble, mais pour en retirer tout l'argent il faut évaporer la liqueur à siccité, calciner ensuite pour décom-

poser le nitrate de mercure et reprendre le mélange d'oxyde de mercure et de chlorure d'argent par l'acide chlorhydrique dilué que laissera le chlorure d'argent.

» III. L'acétate de bioxyde de mercure dissout bien plus difficilement le chlorure d'argent. A 100 degrés, une dissolution concentrée d'acétate mercurique, contenant 23 grammes environ de bioxyde, dissout à peine le chlorure de $0^{gr},1$ d'argent. La dissolution est encore moindre à froid. On comprend alors que quelques millièmes de mercure dans un essai, en présence des acétates alcalins, ne puissent apporter de perturbation appréciable, si l'on admet que l'acétate alcalin n'a d'autre effet que de transformer les nitrates d'argent et de mercure en nitrate alcalin et acétates métalliques. La nature de l'alcali est naturellement indifférente, ce que l'on produit avec l'acétate d'ammoniaque doit se produire également avec l'acétate de soude, et cela est tellement vrai, qu'il est possible, comme je l'ai constaté, de rétablir un essai mercurié, en lui ajoutant, après qu'il est terminé, de l'acétate de soude, tout comme le faisait Levol avec l'ammoniaque et l'acide acétique; ce qui montre que les acétates alcalins agissent sur le sel mercurique, fixé par le chlorure d'argent, comme ils le feraient sur sa dissolution.

» Il est bien entendu que l'action de l'acétate mercurique dans les essais n'est négligeable que si le mercure est en petite quantité; lorsqu'on met le chlorure d'argent en contact avec une solution un peu concentrée de cet acétate, il prend immédiatement tous les caractères du chlorure mercurié.

» IV. La séparation du mercure et de l'argent fondée sur l'insolubilité du chlorure d'argent n'est donc pas si facile à effectuer qu'on le croit d'ordinaire, mais je ne puis parler, dans cette Note, des précautions qu'elle nécessite. Au point de vue de l'essai de l'argent mercurié, dans lesquels il y a toujours peu de mercure, la méthode de Levol est suffisamment exacte; toutefois, comme l'emploi des acétates rend l'éclaircie des liqueurs très-longue, je ne crois pas que les essayeurs aient intérêt à la conserver. Il me paraît plus simple d'opérer comme nous le faisons au Bureau de garantie, M. E. Dumas et moi, dans le cas où l'on a reconnu que l'essai contient du mercure. On chauffe une nouvelle prise d'essai, au feu de moufle dans un petit creuset de charbon de cornue (1) durant un quart d'heure environ,

(1) Ces petits creusets résistent bien longtemps à l'action oxydante de l'air du moufle, il n'est donc pas nécessaire de les protéger contre cette action. Ils s'échauffent alors et se refroidissent très-rapidement. En quelques minutes on fond une prise d'essai quand on les met directement dans le moufle.

le mercure se dégage et l'argent fond en un bouton très-net qui se détache facilement du creuset refroidi, sans qu'il y ait perte appréciable de ce métal. La présence de métaux volatils comme le zinc n'est point un obstacle à l'opération que nous conseillons; un bouton d'alliage d'argent et de zinc contenant 1 gramme d'argent et $0^{gr},5$ de zinc, chauffé dans le creuset de charbon pendant une demi-heure, avait perdu plus de 4 décigrammes de zinc sans que la quantité d'argent qu'il contenait eût varié d'une façon appréciable à la voie humide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Iodhydrates et chlorhydrates d'éthylène et de propylène monobromés.* Note de **M. É. Reboul**, présentée par M. Balard.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré qu'en s'unissant à l'éthylène et au propylène bromés, l'acide bromhydrique produisait, suivant son état de concentration, des bromhydrates ou des bromures isomères. L'acide iodhydrique donne lieu à des phénomènes du même ordre, avec cette différence que la production des composés isomères n'est plus une question de concentration, mais de température. Quant à l'acide chlorhydrique, il ne fournit avec l'éthylène bromé que le chlorhydrate correspondant, tandis qu'avec le propylène bromé il ne donne que du chlorobromure de propylène.

Action de l'acide iodhydrique.

» A froid, l'acide iodhydrique en solution aqueuse saturée à + 4 degrés se combine assez rapidement avec l'éthylène bromé. Au bout de six à sept jours, la transformation est presque complète; si l'on a placé le mélange à l'abri de la lumière, on trouve au fond du vase une couche parfaitement incolore d'iodhydrate que surnage une couche à peine colorée d'acide iodhydrique. La couche inférieure séparée et distillée donne quelques gouttes d'éthylène bromé inaltéré et se résout presque en entier en un liquide qui passe de 140 à 142 degrés, en se colorant à peine par suite d'une trace d'iode mise en liberté.

» L'*iodhydrate d'éthylene bromé* (1), C^2H^3Br, HI, est un liquide lourd, d'une densité de 2,50 à la température de + 1 degré. Il bout à 141-142 degrés, sous la pression de $0^m,735$. Traité par la potasse alcoolique ou l'éthylate de soude il perd HI et régénère l'éthylène bromé.

(1) 0,6335 ont fourni $1^{gr},137$ bromure et iodure d'argent. La formule C^2H^3Br, HI exige $1^{gr},140$.
0,805 ont donné $1^{gr},446$ bromure et iodure d'argent. La formule exige $1^{gr},449$.

» L'acide iodhydrique concentré (solution saturée à + 4 degrés) n'agit point à chaud comme à froid. Chauffé avec de l'éthylène bromé à 100 degrés en vase clos, l'union s'effectue rapidement et l'on obtient un *mélange* d'iodhydrate d'éthylène bromé et d'iodobromure d'éthylène. Ce mélange qui occupe la partie inférieure et la solution d'acide iodhydrique qui la surnage sont fortement colorés par de l'iode. Soumis à la distillation fractionnée, on en retire l'iodhydrate précédent (environ la moitié), puis le point d'ébullition s'élève peu à peu jusqu'à 160 degrés, moment où passe l'iodobromure en se décomposant notablement à la distillation.

» L'iodobromure d'éthylène, $\mathrm{C^2H^4BrI}$, a une densité de 2,70 à la température + 1 degré. Il distille vers 160 degrés en se décomposant partiellement et donnant de l'iode libre qui colore fortement le produit condensé.

» Étendue du tiers de son volume d'eau, la solution, concentrée d'acide iodhydrique, agit à 100 degrés comme la solution saturée elle-même et fournit un mélange d'iodhydrate et d'iodobromure; seulement la transformation s'effectue plus lentement. Ainsi, à chaud formation simultanée des deux composés isomères, quelle que soit la concentration de l'acide; à froid, au contraire, production de l'iodhydrate seul.

» L'*iodhydrate de propylène bromé* (1), $\mathrm{C^3H^5Br, HI}$, se produit comme son homologue inferieur par le contact à froid de l'acide iodhydrique concentré avec le propylène bromé. La combinaison s'effectue plus lentement. C'est un liquide de densité de 2,20 à 11 degrés, bouillant à 148 degrés, en se décomposant légèrement à la distillation et que la potasse dédouble en acide iodhydrique et éthylène bromé.

Action de l'acide chlorhydrique.

» L'acide chlorhydrique, même très-concentré (solution saturée à zéro), ne paraît pas agir à froid sur l'éthylène bromé, ou, du moins, ne le fait qu'avec une lenteur extrême. Au bout de huit jours de contact il n'y a pas en effet de fixation sensible. A 100 degrés, au contraire, au bout de quarante-huit heures de chauffe, quoique la plus grande partie de l'éthylène bromé reste inaltérée, il est possible de retirer du produit, par la distillation, une petite proportion de chlorhydrate d'éthylène bromé sans chlorobromure. Le résultat est indépendant de l'état de concentration de l'acide; soit qu'on emploie un acide saturé, marquant 26°,5 à l'aréomètre de

---

(1) 0,806 ont fourni $1^{gr},360$ bromure et iodure d'argent. Théorie : $1^{gr},369$.
0,655 ont donné $1^{gr},107$ bromure et iodure d'argent. Théorie : $1^{gr},112$.

Baumé, soit qu'on prenne un acide moins riche, marquant 22 degrés Baumé, comme l'acide du commerce, on n'obtient que le chlorhydrate.

» Le *chlorhydrate d'éthylène bromé* (1), C^2H^3Br,HCl, est un liquide incolore d'une densité de 1,61 à la température de 14 degrés. Il bout à 81-82 degrés, c'est-à-dire à peu près comme le chlorure d'éthylène. La potasse ou l'alcool sodé ne lui enlèvent pas sa molécule d'acide chlorhydrique pour régénérer l'éthylène bromé; c'est une molécule d'acide bromhydrique qui est soustraite, et il se forme de l'éthylène chloré.

» Avec le propylène bromé, l'acide chlorhydrique, soit à 26°,5, soit à 22 degrés Baumé, ne donne à 100 degrés qu'un seul produit, comme avec l'éthylène bromé; mais, chose remarquable, ce n'est point le chlorhydrate qui se forme, mais du chlorobromure de propylène (2). Ce liquide, d'une densité de 1,62 à la température de + 16 degrés, bout sans décomposition à 112 à 113 degrés (3).

» Il résulte donc de ces faits et de ceux que j'ai publiés dans une Note précédente que les hydracides, en s'unissant aux dérivés monobromés de l'éthylène et du propylène, peuvent donner lieu à deux séries de combinaisons isomériques dans des conditions qui sont fort voisines. Avec l'acide bromhydrique, c'est une question de concentration; avec l'acide iodhydrique, une affaire de température; avec l'acide chlorhydrique enfin, on

---

(1)

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
Carbone.......	16,9	16,8	16,7
Hydrogène.....	3,0	2,9	2,8

0,673 ont fourni 1gr,560 chlorure et bromure d'argent. La formule exige 1gr,555.

(2) Le chlorhydrate devrait bouillir à 30 degrés environ au-dessous du bromhydrate qui bout à 122 degrés, c'est-à-dire vers 92 degrés; car la différence doit être la même qu'entre le chorhydrate d'éthylène bromé (81 degrés) et le bromhydrate correspondant (110 degrés). En second lieu, le bromhydrate de propylène bromé (122 degrés) bouillant à 12 degrés au-dessus du bromhydrate d'éthylène bromé (110 degrés), le chlorhydrate de propylène bromé devrait bouillir 12 degrés environ plus haut que son homologue dans la série de l'éthylène qui bout à 81 degrés, ce qui donne 93 degrés. Le composé en question bout donc 20 degrés plus haut que le chlorhydrate, ce qui concorde bien avec le point d'ébullition théorique du chlorobromure.

(3)

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
Carbone.......	22,7	22,6	22,8
Hydrogène.....	3,8	3,8	3,8.

n'obtient qu'un produit, il est vrai, mais c'est un chlorhydrate pour l'éthylène bromé, tandis que, pour le propylène bromé, c'est un chlorobromure. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur le phosphore noir.* Note de **M. Blondlot.**

« En 1866, j'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une certaine quantité de phosphore noir obtenu par la méthode de Thenard, légèrement modifiée. A cette époque, je croyais, avec ce célèbre chimiste, que tout phosphore convenablement purifié par des distillations successives pouvait éprouver cette modification dite *allotropique*. Depuis, j'ai dû changer d'avis; car, après avoir épuisé la provision de phosphore qui avait servi à mes précédentes expériences, c'est en vain que j'ai essayé d'obtenir le même résultat avec du phosphore nouveau. D'où je conclus qu'il fallait chercher ailleurs la solution de la question. Après bien des tentatives infructueuses, j'ai fini par découvrir qu'il suffisait de distiller ou même de chauffer sous l'eau, à 100 degrés environ, pendant quelques heures, du phosphore quelconque avec une trace de mercure pour obtenir le produit en question.

» Quelle que soit la manière dont il a été préparé, le phosphore noir n'est pas homogène, et doit sa coloration à une multitude de points noirs répartis plus ou moins régulièrement dans la masse. Vient-on à le fondre, ces points disparaissent, et le phosphore est blanc, pour redevenir noir par le refroidissement, pourvu qu'au moment où il se solidifie ce *pigmentum* se trouve convenablement réparti : ce qui a lieu tantôt par un refroidissement subit, et tantôt, au contraire, par un refroidissement lent. Il est du reste facile d'isoler cette matière colorante en traitant le phosphore noir par le sulfure de carbone. Si l'on filtre, il ne passe que du phosphore normal, qu'on peut séparer de son dissolvant par la distillation, en recevant le produit dans l'eau chaude. Quant au pigmentum resté sur le filtre, sa proportion est toujours extrêmement faible, et, chose remarquable, ne paraît pas augmenter, quelles que soient la durée du contact avec le mercure et la proportion de ce dernier. Pour découvrir s'il renfermait du mercure, je l'ai dissous dans l'acide azotique, et la solution étendue a été essayée sur une lame de cuivre. Or, chaque fois que le phosphore noir avait été obtenu par un simple courant à chaud avec du mercure, ou par une seule distillation en présence de ce métal, le pigmentum recélait une trace de mercure,

tandis qu'après un certain nombre de distillations, il disparaît complétement, sans que le phosphore cessât de devenir noir par le refroidissement. C'est aussi ce qui a lieu avec le phosphore noir que j'avais obtenu autrefois, par de simples distillations. Du reste, ce pigmentum, qui, sous certains rapports, semble se rapprocher du phosphore amorphe, en diffère essentiellement sur un point : c'est qu'il est plus volatil que le phosphore normal lui-même; car, si l'on vient à distiller du phosphore noir en fractionnant les produits, celui qui passe d'abord est généralement le plus noir, tandis que les dernières gouttes sont généralement blanches. Ces faits permettent, ce me semble, d'expliquer la génération du phosphore noir de Thenard, qui n'a jamais été obtenu, paraît-il, que dans des circonstances fortuites. En effet, on admettra facilement que du phosphore accidentellement en contact avec du mercure en ait retenu quelques traces. Or, que ce phosphore soit ensuite distillé un certain nombre de fois, comme à chaque opération une certaine quantité de phosphore normal disparaît à l'état soit d'hydrogène phosphoré, soit de phosphore amorphe, il arrive un moment où le pigmentum, moins altérable, paraît-il, se trouve dans la proportion requise pour produire le phosphore noir.

» En définitive, quelle est la nature de ce pigmentum qui joue ici le principal rôle? Comme le phosphore noir n'en recèle qu'une trace, je n'ai pu jusqu'ici en faire une étude approfondie. Toutefois, il semble résulter des faits précédents, qu'il peut être considéré comme une simple modification allotropique, et, puisqu'il ne renferme pas nécessairement de mercure, on doit en conclure que, si ce métal est indispensable à sa production, il ne paraît agir ici que par une sorte d'influence catalytique. Il est d'ailleurs un phénomène assez étrange qui semblerait venir à l'appui de cette supposition : c'est que si, après avoir ajouté un globule de mercure à du phosphore fondu sous l'eau, on l'agite avec précaution, il s'en élève une sorte de mousse, de laquelle ne s'échappe aucun gaz. Aucune autre substance, que je sache, ne produit cet effet singulier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dextrine insoluble dans l'eau.* Note de **M. Musculus**, présentée par M. Boussingault.

« Dans le cours de mes recherches sur la constitution chimique de l'amidon, j'ai été amené, l'année dernière, à préparer une dextrine insoluble dans l'eau, en chauffant la fécule avec de l'acide acétique cristallisable.

» Cette dextrine, suivant la description que j'en ai faite, est composée de fragments de grains de fécule dont l'organisation s'est conservée, malgré la modification chimique qu'ils ont subie. C'est ce qui explique leur insolubilité dans l'eau. On peut les rendre solubles en les chauffant avec de l'eau à 100 degrés, pendant dix à douze heures. On obtient alors, après évaporation, une poudre jaunâtre analogue à la dextrine ordinaire.

» Si, au lieu d'évaporer à siccité, on s'arrête à la consistance sirupeuse, et si l'on place la solution, ainsi concentrée, dans un endroit frais, on voit qu'elle se trouble au bout de quelques jours. Il se forme une matière insoluble, qui reste suspendue dans le liquide, mais que l'on peut isoler en étendant le sirop d'une grande quantité d'eau. On lave le précipité à plusieurs reprises et on le sèche. On obtient ainsi une poudre blanche, qui n'est autre chose que de la dextrine insoluble, mais celle-ci n'est plus formée par des fragments de grains de fécule : c'est une masse amorphe, dans laquelle le microscope ne fait découvrir aucune trace de structure.

» Elle est insoluble dans l'eau froide. Elle se dissout rapidement dans l'eau chauffée à 50 degrés environ. Elle ne se précipite pas par le refroidissement. Par l'évaporation à siccité, elle devient de nouveau insoluble. A l'état solide, l'iode la colore en rouge brun, et, quand elle est en solution, en rouge violet.

» On obtient le même produit directement, en saccharifiant la fécule avec la diastase, et en arrêtant l'opération au moment où le liquide se colore en rouge violet avec l'iode. Le sirop obtenu, après filtration et évaporation, se prend en masse par le refroidissement, quand on n'a pas poussé la saccharification trop loin. Par ce moyen on peut en préparer de grandes quantités.

» En faisant bouillir la fécule avec de l'eau additionnée d'acide sulfurique, on obtient encore de la dextrine insoluble, mais celle-ci jouit de propriétés nouvelles.

» On arrête l'opération, comme précédemment, quand l'iode produit dans le liquide une coloration rouge. Dans le cas présent, on peut chauffer jusqu'à ce que la coloration avec l'iode soit devenue rouge pelure d'oignon. Mais il ne faut pas dépasser ce point, car on n'obtiendrait plus de dextrine insoluble. On sature avec de la craie, on filtre et on évapore en consistance de sirop; on filtre de nouveau, pour séparer le sulfate de chaux qui s'est précipité, puis on abandonne le produit dans un endroit où la température ne dépasse pas 15 degrés.

» Au bout de douze heures on voit déjà apparaître un léger trouble,

c'est la dextrine qui commence à se déposer; mais, au lieu de rester en suspension dans le liquide, comme la précédente, elle gagne le fond, où elle ne tarde pas à former un dépôt, qui devient de jour en jour plus abondant.

» Quand on examine ce dépôt au microscope, on remarque qu'il est composé d'une foule de petits grains arrondis. Ces grains sont d'autant plus volumineux qu'ils ont séjourné plus longtemps dans le sirop. Ainsi, dans les huit premiers jours, leur diamètre est à peine de $0^{mm},001$; après un mois, il atteint $0^{mm},010$; et, au bout de trois mois, $0^{mm},030$. Je parle des plus grands, car on en voit de toutes les dimensions, comme dans l'amidon.

» L'accroissement se fait par couches concentriques. Pour apercevoir cette structure au microscope, il est bon de se servir de l'objectif à immersion et d'affaiblir considérablement la lumière au moyen du diaphragme. On voit alors nettement les lignes circulaires, au nombre de 5, 6, 8 et disposées régulièrement autour d'un point central.

» Ces grains sont insolubles dans l'eau froide. Ils se dissolvent brusquement dans l'eau chauffée à 50 degrés. Par le refroidissement, ils ne se précipitent pas. En évaporant la solution en consistance de sirop, ils se forment de nouveau.

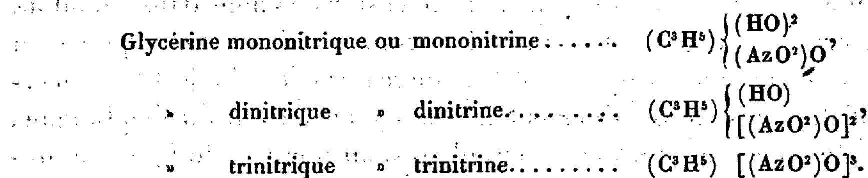
» Par l'évaporation à siccité, il se dépose une matière insoluble dans l'eau froide et amorphe, qui a beaucoup de ressemblance avec de la dextrine obtenue à l'aide de la diastase ou de l'acide acétique, mais qui s'en distingue, non-seulement parce qu'elle est susceptible de prendre la forme granulée quand elle est placée dans les conditions convenables, mais encore par la coloration que lui communique l'iode. Elle prend, en effet, avec ce réactif, une couleur bleue pure, sans mélange de rouge, quand elle est à l'état solide, et une couleur rouge vineuse et même rouge pelure d'oignon, sans nuance de bleu, quand elle est en solution. Tandis que la première, qui reste toujours amorphe, se colore en rouge brun à l'état solide, et en rouge violet quand elle est dissoute.

» L'iode ne colore pas les grains de dextrine, mais il les désagrége, s'il est employé en excès. En suivant le phénomène sous le microscope, on voit les globules disparaître peu à peu, et bientôt on n'aperçoit plus qu'une matière amorphe, uniformément colorée en bleu.

» En examinant au polarimètre les deux variétés de dextrine que j'ai décrites, on ne remarque pas de différence entre leur pouvoir rotatoire. Leur pouvoir rotatoire spécifique est $[\alpha] = +208°$. Il est notablement supérieur à celui de la dextrine ordinaire, qui est $[\alpha] = +138°,7$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers chloronitriques et bromonitriques de la glycérine; par* **M. L. Henry** (1).

« En sa qualité d'alcool triatomique, la glycérine $(C^3H^5)(HO)^3$ doit former avec l'acide azotique, aussi bien qu'avec d'autres acides monobasiques, tels que les acides chlorhydrique, bromhydrique, acétique, etc., trois éthers différents, par le remplacement successif de 1, 2 ou 3 atomes d'hydrogène par (AzO^2) :



Glycérine mononitrique ou mononitrine...... $(C^3H^5)\left\{\begin{matrix}(HO)^2\\(AzO^2)O\end{matrix}\right.$,

» dinitrique » dinitrine........ $(C^3H^5)\left\{\begin{matrix}(HO)\\ [(AzO^2)O]^2\end{matrix}\right.$,

» trinitrique » trinitrine........ $(C^3H^5)\ [(AzO^2)O]^3$.

» De ces trois dérivés possibles, le dernier seul existe jusqu'à présent : c'est ce corps qui est improprement connu sous le nom de *nitroglycérine*, corps qui a acquis, dans ces dernières années, une si terrible célébrité.

» Il n'y a guère d'espoir d'arriver à produire directement les éthers mononitrique et dinitrique, en soumettant la glycérine à l'action de l'acide azotique; dans les conditions où s'exerce l'action éthérifiante de cet acide, cette action est complète et donne, comme on sait, le dérivé trinitrique.

» J'ai tâché de combler cette lacune en soumettant à l'action de l'acide azotique, non pas la glycérine elle-même, mais ses éthers halogénés chlorhydriques et bromhydriques incomplets, notamment la monochlorhydrine et la dichlorhydrine.

» On opère comme pour obtenir la trinitroglycérine. Dans un mélange convenablement refroidi d'acide azotique fumant et d'acide sulfurique concentré, à volumes égaux ou à peu près, on introduit par petites portions à la fois la monochlorhydrine ou la dichlorhydrine; on agite vivement; les deux liquides se mêlent, sans cependant se dissoudre; après quelque temps, la glycérine chloronitrique formée vient surnager au-dessus du mélange, sous forme de couche huileuse. La réaction est fort calme, et le dégagement de chaleur assez peu intense, particulièrement avec la dichlorhydrine.

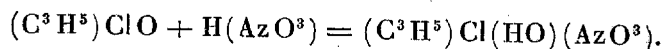
(1) L'Académie a décidé que les deux Communications de M. Henry, bien qu'offrant une étendue totale qui dépasse les limites réglementaires, seraient insérées intégralement au *Compte rendu*.

On verse le tout dans l'eau froide; la couche huileuse incolore qui se précipite au fond de l'eau est lavée au carbonate sodique, puis desséchée à l'aide du chlorure de calcium.

» La monochlorodinitrine $(C^3H^5)(AzO^3)^2Cl$ se produit encore d'une manière assez remarquable par la réaction de l'acide azotique sur l'épichlorhydrine $(C^3H^5)ClO$.

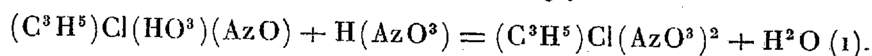
» On sait que ce corps se combine par addition, non-seulement avec les hydracides halogénés, HCl, HBr et HI, mais encore avec quelques oxacides, notamment avec l'acide acétique et surtout avec l'acide hypochloreux. L'idée m'est venue qu'il en pourrait être de même avec l'acide azotique; en effet, quelque éloignés qu'ils paraissent d'abord, l'acide azotique et l'acide hypochloreux ne sont pas sans présenter certaines analogies. L'expérience a répondu à mon attente : l'épichlorhydrine se combine vivement et énergiquement avec l'acide azotique fumant; les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre, en s'échauffant considérablement; si l'on n'a pas soin de bien refroidir, il y a oxydation et dégagement abondant de vapeurs rutilantes.

» Le produit immédiat de cette action est de la monochloromononitroglycérine,



$$(C^3H^5)ClO + H(AzO^3) = (C^3H^5)Cl(HO)(AzO^3).$$

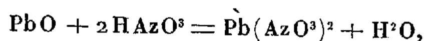
Par l'action ultérieure de l'acide azotique, ce produit s'éthérifie complétement, et se transforme en monochlorodinitroglycérine :



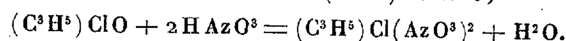
$$(C^3H^5)Cl(HO^3)(AzO) + H(AzO^3) = (C^3H^5)Cl(AzO^3)^2 + H^2O \text{ (1)}.$$

---

(1) Cette réaction peut recevoir une interprétation plus simple et qui me paraît la vraie : l'épichlorhydrine $(C^3H^5)ClO$ est, sous certains rapports, assimilable, de même que l'oxyde d'éthylène $(C^2H^4)O$, a une base anhydre; or les oxydes anhydres, de même que les hydroxydes, donnent, avec élimination d'eau, des sels avec les acides :



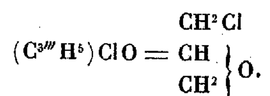
$$PbO + 2HAzO^3 = Pb(AzO^3)^2 + H^2O,$$



$$(C^3H^5)ClO + 2HAzO^3 = (C^3H^5)Cl(AzO^3)^2 + H^2O.$$

L'action de l'acide azotique sur l'épichlorhydrine serait ainsi analogue à celle de l'acide sulfurique sur un éther simple, sur $(C^2H^5)^2O$, par exemple.

La réaction de l'acide azotique sur l'épichlorhydrine peut être regardée comme une nouvelle confirmation de l'idée qu'on se fait en général de ce corps, qu'on regarde comme un oxychlorure de $(C^{3'''}H^5)$:



$$(C^{3'''}H^5)ClO = \begin{matrix} CH^2Cl \\ CH \\ CH^2 \end{matrix} \left.\begin{matrix} \\ \\ \end{matrix}\right\} O.$$

» Voici comment j'opère. Dans de l'acide azotique fumant, refroidi à l'aide de la glace pilée ou de la neige, je fais tomber peu à peu de l'épichlorhydrine, en opérant avec lenteur, par fort petites portions, et surtout en ayant soin d'attendre, avant l'addition d'une nouvelle quantité de produit, que le liquide se soit bien refroidi. Il ne se dégage aucun gaz. On verse, après quelque temps, le liquide dans l'eau froide; il se précipite une huile incolore très-dense. Afin d'assurer son éthérification complète, ce produit a été soumis, dans les conditions indiquées plus haut pour la monochlorhydrine et la dichlorhydrine, à l'action d'un mélange d'acides sulfurique et azotique concentrés; l'opération s'achève comme il a été dit précédemment.

» Ces éthers chloronitriques ont des propriétés analogues à celles que possède la nitroglycérine; seulement, comme ils sont beaucoup moins riches en AzO^5, leur maniement n'offre pas les mêmes dangers que ceux qui entourent celui de ce corps; quoique très-combustibles, ni l'un ni l'autre ne font explosion par le choc.

» *Dichloromononitrine*, $(C^3H^5)Cl^2(AzO^3)$ (1). — Elle constitue un liquide incolore, de consistance huileuse, d'une odeur nitreuse assez piquante, quoique faible; d'une saveur sucrée et piquante; elle est insoluble ou fort peu soluble dans l'eau; elle se dissout très-bien dans l'alcool, l'éther, etc.; sa densité à $+10°$ est égale à 1,465.

» Chauffée, elle distille, un peu au-dessus du point d'ébullition de la dichlorhydrine, vers 180 à 190 degrés : on sait qu'en général les éthers nitriques des alcools mono-atomiques ont un point d'ébullition peu différent de celui des alcools eux-mêmes; en même temps, elle se décompose partiellement, elle se colore en jaune et dégage des vapeurs rutilantes.

» Chauffée à l'air sur une lame de platine, elle brûle vivement avec une flamme blanche.

» La potasse caustique en solution aqueuse, même concentrée, ne l'attaque pas; en solution alcoolique, elle l'attaque vivement, dès la température ordinaire. Il se forme de l'azotate et du chlorure potassique, de l'épichlorhydrine, et à la fin il se régénère de la glycérine.

» L'acide HI en solution aqueuse l'attaque à chaud, comme la nitroglycérine, avec mise en liberté d'iode.

---

(1) On obtiendrait également ce produit par la combinaison directe du chlore à l'azotate d'allyle $(C^3H^5)(AzO^3)$: n'ayant pas eu jusqu'ici cet azotate à ma disposition, je n'ai pu réaliser cette réaction.

» En solution alcoolique, le sulfhydrate ammoniaque la réduit rapidement, avec mise en liberté de soufre; la solution filtrée, évaporée à la moitié de son volume, précipite, par l'addition de l'eau, une huile sulfurée plus dense que l'eau, de couleur jaune, se décomposant sous l'action de la chaleur. Ce produit, dont l'étude mérite d'être reprise, est vraisemblablement une dichlorhydrine sulfhydrique $(C^3H^5)Cl^2(HS)$.

» *Monochlorodinitrine,* $(C^3H^5)Cl(AzO^3)^2$. — Ses propriétés sont analogues à celles du produit précédent; seulement elle constitue un liquide plus épais, plus visqueux; sa densité à $+9^o$ est égale à 1,5112.

» Elle n'est pas volatile; j'ai cru, du reste, prudent de n'opérer sur ce corps à chaud qu'en fort petites quantités; chauffée à l'air sur une lame de platine, elle brûle rapidement et vivement, avec une flamme blanche d'un grand éclat.

» Elle se comporte, sous l'action des réactifs, comme la dichloromononitroglycérine.

» Je ferai remarquer, en passant, que la densité des éthers chlorhydrique, nitrique et chloronitrique de la glycérine augmente progressivement à mesure que le résidu (AzO^3) remplace Cl :

	Densité.
$(C^3H^5)Cl^3$..................	1,347 à 1,417
$(C^3H^5)Cl^2(AzO^3)$............	1,465
$(C^3H^5)Cl\,(AzO^3)^2$............	1,5112
$(C^3H^5)\,(AzO^3)^3$..............	1,595 à 1,600

» Ces deux corps ont été analysés, et les nombres obtenus concordent avec les formules qui leur sont assignées.

» La dibromhydrine, l'épibromhydrine et la chlorobromhydrine se comportent vis-à-vis de l'acide azotique comme les combinaisons chlorées correspondantes; il n'en est pas ainsi de la chloro-iodhydrine et de la bromoiodhydrine : on sait que l'acide azotique concentré décompose les iodures alcooliques; aussi, soumis à l'action de l'acide azotique, ces chloro-iodhydrines et bromo-iodhydrines glycériques se comportent-elles comme les produits simplement chlorés et bromés correspondants, en mettant de l'iode en liberté.

» Je décrirai plus tard, dans le Mémoire que je prépare sur les composés glycériques en général, ces éthers glycériques, bromonitriques et chlorobromonitriques, en même temps que je donnerai les détails des analyses des produits signalés dans cette Notice.

» J'ajouterai, en finissant, que l'analogie qui existe entre la dichlorhydrine glycérique et le glycol monochlorhydrique $(C^2H^4)Cl(HO)$, entre l'épichlorhydrine et l'oxyde d'éthylène $(C^2H^4)O$, m'autorise à espérer que ces dérivés glycoliques se comportent vis-à-vis de l'acide azotique comme les dérivés glycériques correspondants, en donnant les éthers nitrique $(C^2H^4)(AzO^5)^2$ et chloronitrique $(C^2H^4)Cl(AzO^5)$ du glycol éthylénique.

» Je me réserve de revenir plus tard sur ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison directe des composés allyliques avec le chlorure d'iode et l'acide hypochloreux; par* M. Henry.

« On sait avec quelle facilité les composés allyliques en général se combinent par addition avec la molécule du chlore, du brome, etc.; il en est de même avec d'autres systèmes moléculaires équivalents, notamment avec le chlorure d'iode ICl et l'acide hypochloreux (HO)Cl. Ces phénomènes d'addition sont des plus faciles à réaliser; le dégagement de chaleur assez intense qui les accompagne dénote même une affinité assez vive.

» Il se forme dans ces diverses circonstances des éthers glycériques.

» *Chlorure d'iode*, ICl. — On peut employer ce corps en solution aqueuse ou en solution éthérée.

» L'alcool allylique $(C^6H^5)HO$ se combine avec le chlorure d'iode en solution aqueuse, d'autant plus facilement que ces deux corps, étant l'un et l'autre solubles dans l'eau, peuvent se mélanger plus intimement; la réaction est très-vive, et le dégagement de chaleur considérable; afin d'en modérer l'intensité, on verse par petites portions la solution du chlorure d'iode dans l'alcool allylique étendu d'eau; il y a décoloration instantanée, les deux liquides commencent par se mêler; après quelque temps, quand tout l'alcool ou à peu près est transformé, le produit se sépare sous forme d'un liquide épais, fort dense, incolore. On ajoute au fond du vase du chlorure, jusqu'à ce que la liqueur se colore légèrement en jaune.

» Cette combinaison du chlorure d'iode avec l'alcool allylique constitue une expérience de leçons des plus intéressantes et des plus instructives comme phénomène d'addition.

» La chloro-iodhydrine $(C^6H^5)ICl$ ainsi formée présente les mêmes propriétés que la chloro-iodhydrine glycérique qu'a obtenue M. Reboul (1) en combinant l'acide iodhydrique à l'épichlorhydrine.

» Avec le bromure d'allyle C^6H^5Br, le chlorure d'iode donne une chloro-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LX, p. 29 (1860).

bromo-iodhydrine C^3H^5BrICl, comme celle que j'ai obtenue par l'action du pentabromure de phosphore $PhBr^5$ sur la chloro-iodhydrine $(C^3H^5)ClI(HO)$ ou du pentachlorure $PhCl^5$ sur la bromo-iodhydrine $(C^3H^5)BrI(HO)$. Je me propose de revenir sur ce produit intéressant dans une Communication spéciale.

» Le chlorure d'allyle $(C^3H^5)Cl$ se combine aussi facilement avec le chlorure d'iode; en l'agitant avec la solution aqueuse de celui-ci, le chlorure d'allyle, qui d'abord surnage, tombe bientôt au fond de la liqueur. Le résultat de cette combinaison est la bichloro-iodhydrine $(C^3H^5)Cl^2I$, corps que j'ai encore obtenu par la réaction du pentachlorure $PhCl^5$ sur la chloro-iodhydrine $(C^3H^5)ClI(HO)$.

» Je rappellerai, à cette occasion, que le même composé a déjà été préparé par M. Simpson (1) en soumettant l'iodure d'allyle $(C^3H^5)I$ à l'action du chlorure d'iode :



$$(C^3H^5)I + 2ICl = (C^3H^5)Cl^2I + I^2.$$

» La mise en liberté de l'iode en grande quantité dans cette réaction complique et rend plus difficile la purification du produit.

» *Acide hypochloreux* $(HO)Cl$. — Le bromure d'allyle $(C^3H^5)Br$ s'y combine vivement et avec un dégagement de chaleur notable; on agite le bromure avec la solution aqueuse de l'acide, il est nécessaire de refroidir, en maintenant de temps en temps le flacon dans l'eau, pour éviter l'action oxydante; il se produit ainsi de la chlorobromhydrine $(C^3H^5)BrCl(HO)$ identique à celle qu'a préparée M. Reboul (2) par la combinaison de l'acide HCl à l'épibromhydrine $(C^3H^5)BrO$ ou de l'acide HBr à l'épichlorhydrine $(C^3H^5)ClO$.

» Cette réaction est d'une grande netteté.

» Le chlorure d'allyle $(C^3H^5)Cl$ se combine aussi fort énergiquement à l'acide hypochloreux; le chlorure, qui d'abord surnage au-dessus de la solution de l'acide, touche au fond, après quelques instants d'agitation, en formant un liquide huileux, incolore, fort dense; cette couche huileuse est un mélange de chlorure d'allyle non modifié et de son produit d'addition, la dichlorhydrine $(C^3H^5)Cl^2(HO)$, que l'on sépare facilement par quelques distillations.

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXXVI, p. 141.

(2) Reboul, Mémoire cité, p. 28.

» La dichlorhydrine que j'ai obtenue ainsi présente les mêmes propriétés que la dichlorhydrine glycérique; elle constitue un liquide assez épais, d'une densité de 1,3699 à + 9 degrés, bouillant de 175 à 180 degrés. Avec la potasse caustique et dès la température ordinaire, elle donne de l'épichlorhydrine.

» L'alcool allylique lui-même réagit aussi d'une manière assez intense sur l'acide hypochloreux; les deux liquides, en se mélangeant, s'échauffent notablement; le produit de cette réaction est vraisemblablement de la monochlorhydrine $(C^6H^5)(HO)^2Cl$.

» Tous les corps signalés dans cette Note ont été soumis à l'analyse; je consignerai ces analyses, ainsi que le détail de mes expériences, dans le Mémoire que je prépare sur les combinaisons glycérines en général. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la formation de l'urée par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes.* Note de **M. A. Béchamp.**

« Il y a plusieurs années, dans une thèse pour le doctorat en médecine, j'ai annoncé que, par l'action oxydante de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes, il se produit de l'urée. Ce résultat, dont je poursuivais la réalisation dans le but d'éclairer le côté le plus intéressant de la théorie de la respiration, a été contesté. Je me proposais de ne revenir sur ce sujet que quand j'aurais terminé l'ensemble de mes recherches sur les matières albuminoïdes, recherches qui se rattachent de si près à mes études sur les fermentations. Mais de nouvelles observations reculeront la fin de ce travail. Je me décide donc à en détacher ce qui regarde plus spécialement la formation de l'urée.

» Et d'abord, je maintiens l'exactitude des faits qui sont consignés dans mon premier et dans mon second travail sur ce sujet (1). Toutefois, je n'éprouve aucun embarras de reconnaître que l'expérience est délicate, et que, dans une circonstance, solennelle pour moi, il m'est arrivé de ne pas complétement réussir à fournir la preuve qui m'était demandée; on comprendra donc combien grande doit être ma vénération pour le savant illustre qui a su trouver dans son cœur des motifs suffisants pour passer outre. De mon côté, je me garde bien d'en vouloir au chimiste qui, n'ayant pas réussi à répéter l'expérience, a publié son insuccès.

» L'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 348, et t. LVII, p. 291.

n'est pas une action simple, c'est-à-dire une *oxydation*, dans l'acception ordinaire de ce mot. C'est, ainsi que je m'exprimais, une *oxydation avec dédoublement*. En effet, dès la première action du sel oxydant, plusieurs composés prennent simultanément naissance. C'est précisément dans la difficulté de démêler ces divers produits que gît la difficulte du problème qu'il s'agit de résoudre.

» Dès le principe, j'ai constaté que la réaction doit s'accomplir dans des liqueurs alcalines, devant rester alcalines. Si, dans le but de diminuer cette alcalinité, on ajoute trop d'acide sulfurique pour saturer le carbonate de potasse qui se forme, l'urée peut échapper pour deux motifs : soit qu'elle se détruise de la manière que j'ai indiquée, soit qu'elle contracte quelque combinaison qui l'empêche de se dissoudre dans l'alcool ou qui empêche de réaliser l'une des réactions caractéristiques, la formation du nitrate d'urée. Or je me suis assuré que l'acide oxalique peut être l'un des termes de l'oxydation; par conséquent, si cet acide peut se combiner avec l'urée, il est clair que l'oxalate d'urée échappera, et que, s'il entre en dissolution, la liqueur évaporée fournira un résidu avec lequel l'acide nitrique ne produira rien de caractéristique.

» Dans mon premier travail, j'ai signalé le fait, qu'outre l'urée se forment des acides qui sont précipitables par l'azotate de plomb et par l'azotate de mercure. Si l'on combine l'emploi successif de l'acétate basique de plomb et celui de l'azotate de bioxyde de mercure, on arrive, comme il va être dit, à isoler plus facilement l'urée. J'ai remarqué, enfin, qu'il valait mieux ne pas saturer la potasse devenue carbonate; qu'il y avait, en d'autres termes, moins d'inconvénients à faire agir vivement l'hypermanganate sur la matière albuminoïde, qu'à agir lentement en saturant à mesure par l'acide sulfurique. Cela posé, voici la marche qui réussit presque à coup sûr.

» 10 grammes de matière albuminoïde pure et sèche (privée de corps gras et de matière sucrée), 60 à 75 grammes d'hypermanganate de potasse cristallisé et suffisamment pur, 200 à 300 centimètres cubes d'eau distillée, sont mis en contact dans une fiole. Il est bon, avant d'ajouter l'hypermanganate, de laisser la matière organique se bien hydrater. Le mélange est porté dans un bain-marie, que l'on chauffe à 60 ou 80 degrés, et l'on agite sans cesse. A un certain moment, la réaction devient vive et de la chaleur se dégage; la matière déborderait, si l'on prenait une fiole trop petite. La décoloration étant obtenue, on jette sur un filtre et on lave le dépôt brun de bioxyde de manganèse. La liqueur est précipitée par l'acétate basique de

plomb, en évitant l'emploi d'un trop grand excès, qui redissoudrait une partie du précipité. Celui-ci est formé surtout de carbonate de plomb et de sels à acides solubles, dont l'abondance varie avec la quantité du sel oxydant employé. Le précipité plombique étant séparé et lavé, on décompose la nouvelle liqueur par l'hydrogène sulfuré, en s'arrangeant de façon que la précipitation se fasse exactement (on peut réserver un peu de liqueur pour enlever l'excès d'acide sulfhydrique). Le sulfure de plomb étant enlevé, on a une liqueur acide, dans laquelle le nitrate de bioxyde de mercure détermine la formation d'un précipité blanc. On ajoute de ce sel et de l'eau de baryte successivement, jusqu'à ce que la liqueur, devenue presque neutre, ne donne plus de précipité par le sel mercuriel, ou mieux, jusqu'à ce qu'une nouvelle addition d'eau de baryte détermine la formation d'un précipité jaune persistant.

» Le précipité occupe un très-grand volume; on le recueille et on le lave bien complétement à l'eau distillée. Pendant qu'il est encore humide, on le délaye dans l'eau et on le décompose par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de mercure étant séparé et lavé, on constate que la liqueur a une réaction très-acide : on la sature par le carbonate de baryte pur, employé en léger excès; la solution étant neutralisée, l'excès de carbonate de baryte est séparé par le filtre; après quoi on évapore au bain-marie : le résidu, tantôt cristallise, tantôt reste visqueux. Quoi qu'il en soit, on l'épuise par l'alcool à 95 degrés centésimaux, en s'aidant du pilon pour broyer et pulvériser la masse, qui durcit par ce traitement. La solution alcoolique évaporée à une douce chaleur laisse un résidu, qui, généralement, se prend en cristaux d'urée. Une solution concentrée de ce résidu se prend en masse de paillettes cristallines par l'acide nitrique, et ces cristaux, traités par le réactif de Millon, dégagent immédiatement, et déjà à froid, du gaz. Je vais donner les résultats de l'analyse du gaz dégagé en traitant le résidu de l'évaporation de la solution par le réactif de Millon, et ces analyses démontreront deux choses : la première que l'urée est réellement produite, la seconde qu'elle est mêlée, dans le résidu, avec une autre amide. Voici ces analyses; la première cloche contient le gaz le premier dégagé, la seconde le gaz recueilli à la fin de la réaction :

I. *Albumine de l'œuf.* Traitement par le procédé de la thèse, c'est-à-dire saturation fractionnée par l'acide sulfurique pendant l'action de l'hypermanganate.

Première cloche.		Seconde cloche.	
Volume du gaz........	35,6	Volume du gaz........	21,0
Après la potasse : azote...	25,4	Après la potasse : azote..	16,6
Acide carbonique......	10,2	Acide carbonique......	4,4

II. *Albumine de l'œuf.* Traitement sans saturation.

Première cloche.		Seconde cloche.	
Volume du gaz.........	36,4	Volume du gaz.........	35,0
Après la potasse : azote...	24,4	Après la potasse : azote...	20,8
Acide carbonique.......	12,0	Acide carbonique.......	14,2

» La partie insoluble dans l'alcool, de ce traitement, dans les mêmes conditions, a donné :

Volume du gaz..............	40,0
Après la potasse : azote.......	36,0
Acide carbonique...........	4,0

III. *Même albumine.* Traitement dans lequel on n'a employé que 50 grammes d'hypermanganate pour 10 grammes d'albumine. On avait recueilli à part la partie du précipité mercurique formé à la fin, lorsque, les liqueurs étant presque neutres, le précipité formé était jaune.

Première cloche.		Seconde cloche.	
Volume du gaz...........	40	Volume du gaz.........	21,0
Après la potasse : azote....	26	Après la potasse : azote..	13,8
Acide carbonique.........	14	Acide carbonique.......	7,2

IV. *Fibrine de bœuf.* Traitement de 10 grammes de matière par 70 grammes d'hypermanganate de potasse, sans saturation par l'acide sulfurique.

Première cloche.		Seconde cloche.	
Volume du gaz.........	38,0	Volume du gaz.........	31,0
Après la potasse : azote..	25,4	Après la potasse : azote..	23,0
Acide carbonique.......	12,6	Acide carbonique.......	8,0

» S'il y a des variations, si l'azote est généralement en excès, cela tient évidemment à ce que, outre l'urée, quelque autre composé amidé se forme; en effet, lorsque le résidu de l'évaporation cristallise, les cristaux sont toujours souillés d'un produit incristallisable, et c'est lui qui, à la fin, se décomposant à son tour, fournit l'azote que l'on retrouve en excès. Du reste, même avec l'urée de l'urine, on trouve ordinairement que la composition du gaz est telle, qu'il y a plus d'azote que n'en exige l'équation de la décomposition de l'urée par l'acide azoteux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur l'aurore boréale du 5 avril 1870;* *par* **M. L. Sonrel.**

« L'aurore du 5 avril dernier a été visible sur une grande partie de l'Europe. De nombreux Correspondants en ont adressé des descriptions à

l'Observatoire impérial. C'est la discussion de ces documents que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie.

» *Extension du phénomène.* — L'aurore boréale a été observée dans le nord de l'Italie, sur la plus grande partie de la France, sur l'Angleterre, l'Allemagne, le sud de la Suède et la Russie occidentale. Dans les régions où elle a été visible, les instruments magnétiques ont été grandement troublés. Les perturbations, comme il arrive toujours, se sont étendues à des localités pour lesquelles le phénomène lumineux était invisible. Tel fut le cas pour Livourne, Pérouse, Montcalieri. Enfin, à Constantinople comme à Paris, les grandes lignes télégraphiques furent parcourues par des courants atmosphériques intenses.

» *Caractères de l'aurore.* — C'est pendant la journée que l'atmosphère avait une *disposition aurorale,* et l'éclat du jour empêchait seul de voir le phénomène. Partout il a commencé à se manifester avec d'autant plus d'intensité que le jour baissait davantage. Mais il était déjà dans sa phase de décroissance, et les observateurs s'accordent généralement à dire que vers 9 heures tout avait disparu.

» L'aurore était partout formée par une plaque rouge occupant la partie nord du ciel. Cette plaque avait son centre un peu au-dessous de Cassiopée. Sa largeur, parallèlement à l'horizon, variait sans cesse, en même temps que l'éclairement subissait le mouvement de transport d'est vers ouest, signalé dans toutes les aurores. L'éclat de la Lune empêchait du reste d'assigner exactement les limites de ces plaques aurorales; elles parurent plus ou moins étendues suivant la pureté de l'atmosphère au-dessus de chaque station.

» On vit partout jaillir de cette région éclairée, et perpendiculairement à l'horizon, deux, trois ou plusieurs rayons d'une teinte jaune-blanchâtre, tranchant sur le fond pourpre du ciel.

» Sur tout l'ouest de la France et sur l'Italie, on n'aperçut généralement que deux de ces rayons. Cependant M. Joubin, à Yvetot (Seine-Inférieure), vit, « vers $8^h 30^m$, trois arcs lumineux, d'un rouge peu intense, paraître » simultanément, un sur Cassiopée, un sur la Polaire, un à droite de la » Polaire. » Pour M. Armbrust, qui suivit le phénomène à Colmar (Haut-Rhin), « après 8 heures du soir, l'éclat général diminua, et le phéno» mène ne se présenta plus que sous la forme de stries multiples et sensi» blement parallèles. » Suivant M. Fery, on voyait, à Talange (Moselle), « de distance en distance, des colonnes verticales de lumière ». M. Gilet a remarqué, à Han-les-Juvigny (Meuse), que l'aurore « était composée

» d'une foule de rayons lumineux, sans que pour cela il y eût une cour- » bure bien apparente. » Les Notes de M. Sonrel, à Nancy, renferment de semblables indications. Enfin, à Dinkelsbühl (Bavière), M. Wilhem Redenbacher a observé « plusieurs colonnes lumineuses blanchâtres s'élevant » de l'horizon jusqu'au zénith; une fois il y en eut simultanément cinq. »

» La transparence de l'atmosphère suffit pour expliquer ces différences. On concevrait aisément, par exemple, que, dans un grand nombre de stations, on n'eût aperçu que les deux rayons les plus éclatants, principalement celui du nord, qui, de l'avis de tous les observateurs, l'emportait beaucoup sur les autres.

» Vers $8^h 30^m$ (t. m. de Paris), l'un des rayons avait une intensité remarquable. A Paris, il coïncidait avec le nord géographique. A Saint-Lo (Manche), d'après M. Lepingard, « à $8^h 30^m$, un faisceau s'étendait de » l'horizon jusqu'à une ligne passant par les étoiles ξ de la Grande Ourse » et η du Dragon. La Polaire était au milieu de ce faisceau. » M. Dumont voyait, à Boschyons (Seine-Inférieure), « une lumière étroite et longue s'éle- » ver jusqu'à la Polaire. » Pour M. Bersageon, à Elbeuf (Seine-Inférieure), « la partie la plus lumineuse formait un faisceau situé dans la direction » du méridien, d'une intensité à peu près uniforme entre l'horizon et » l'étoile Polaire, et décroissante entre la Polaire et le zénith. » Les constatations faites par M. Beaumont, à la Chapelle-Iger (Seine-et-Marne), par M. E. Mortagne à Mamers (Sarthe), par M. Erkennare à Brest (Finistère), par M. de Tastes à Tours (Indre-et-Loire), par M. Cruzet à Vergnassade, près Monclar (Lot-et-Garonne), par M. Thouvenin à Gironcourt (Vosges), par M. Bardy à Saint-Dié (Vosges), concordent avec les précédentes. Enfin, M. Manza observait, à Plaisance (Italie), que, « à $8^h 30^m$, deux colonnes » lumineuses s'élevaient sur l'horizon, la première entre Persée et Cas- » siopée, la seconde plus vers l'ouest. »

» L'aurore a donc offert partout les mêmes caractères. Aux mêmes heures se produisaient dans le phénomène les mêmes particularités. Il semble prouvé, par suite, que, si l'on n'était pas, dans les régions où elle apparaissait, en face d'une masse lumineuse unique dont on aurait vu les différentes faces, on avait sous les yeux un phénomène subjectif; que les observateurs de France et d'Italie, par exemple, ne voyaient pas plus la même aurore que deux personnes voisines l'une de l'autre ne verront le même halo ou le même arc-en-ciel. Tout ce que nous pouvons dire jusqu'à présent, c'est que la cause productrice du phénomène agissait à la fois sur une immense étendue. Nous reviendrons sur ce point dans un instant.

» Qu'est-ce que le segment obscur? Si nous consultons nos documents, nous voyons qu'il a été très-variable suivant les localités. Quelquefois même il a complétement disparu. Nous avons pu constater à Paris l'influence des brumes sur la forme de ce segment, ce qui paraît confirmer les idées émises par M. J. Silbermann sur la nature du segment obscur et prouver qu'il est formé par des amas de brumes noirâtres régnant près du sol.

» *Odeur particulière qui accompagnait l'aurore.* — On a, je crois, signalé déjà une forte odeur pendant ou avant l'apparition des aurores boréales comme avant certains orages. Nous avons, le 5 avril, constaté, dans plusieurs points de Paris, où nous nous sommes transporté, que la brume avait partout une odeur âcre et très-désagréable. M. Redenbacher notait la même particularité à Dinkelsbühl (Bavière) : « Me promenant, dit-il, vers » 6^h30^m près d'un petit étang, j'ai senti tout à coup une brise du nord » ayant une odeur forte et très-désagréable. J'ai cru d'abord que cette » odeur venait du lac; mais je vous en parle, puisque vous avez fait à » Paris la même observation. Du reste, la fraîche brise que je ressentais » venait contrairement au lac. » Cette odeur a disparu, du reste, à Paris pendant la nuit.

» *Perturbations magnétiques et courants atmosphériques sur les lignes télégraphiques.* — A Paris, dès le 4, les boussoles étaient dérangées de leur position normale. En même temps le R. P. Secchi observait à Rome une perturbation magnétique. L'agitation des barreaux aimantés continuait à Paris; elle s'accroissait même, et elle devenait très-forte pendant la journée du 5 avril. C'est vers 1^h48^m du soir que la perturbation fut le plus considérable à Paris. La déclinaison atteignait alors sa valeur maxima, $19°22',3$, après s'être accrue de $1°32'$ en quatre heures quarante-huit minutes.

» L'inclinaison a varié d'une manière correspondante, mais en diminuant au lieu d'augmenter. A 4 heures du soir elle passait par un minimum de $65°42',7$; à 5 heures, elle atteignait un maximum de $65°51',3$, puis elle revenait à sa valeur normale.

» Nous n'avons encore sur les perturbations observées en Europe que des renseignements très-incomplets.

» *Relations entre les aurores boréales et les bourrasques.* — Les aurores boréales se montrent particulièrement dans la partie droite et antérieure des mouvements tournants de l'air. C'est dans la région où le baromètre baisse pendant que le thermomètre monte que l'on a le plus de chances de les observer, surtout quand le régime atmosphérique antérieur était un courant polaire intense et continu, de manière que le retour des courants équato-

riaux amène dans les hautes régions les parcelles glacées essentielles à la production du phénomène.

» Au commencement d'avril, des vents faibles d'entre N. et E. soufflaient sur la France et sur la plus grande partie de l'Europe, que des bourrasques contournaient en rasant le nord de la Scandinavie et en descendant, à travers la Russie, jusque sur l'Asie et sur l'Archipel. L'air était brumeux, on apercevait de nombreux halos, les étoiles scintillaient très-vivement, tout en un mot indiquait le passage des courants équatoriaux à de grandes hauteurs.

» Le 6, l'Observatoire adressait aux ports français la dépêche suivante : « La baisse du baromètre s'accentue de plus en plus sur la France et les » Iles Britanniques. Une bourrasque passe en ce moment sur la Finlande. » Les aurores boréales en Russie, en Allemagne, en France et en Angle- » terre, l'agitation des boussoles et les perturbations observées sur les lignes » françaises, annoncent l'établissement des courants de S.-O. entre l'Islande » et l'Europe. C'est un changement de temps qui se prépare pour nos côtes. »

» D'un autre côté, en comparant l'aurore du 13 mai 1869 à celle du 5 avril dernier, on est frappé de ce fait, que l'aurore du 5 avril a été accompagnée, à Paris, d'une augmentation de la déclinaison, tandis que, le 13 mai, la déclinaison avait diminué. « Dans ce dernier cas, disions-nous » dans une Note insérée au *Bulletin de l'Observatoire impérial*, une bour- » rasque aborda le golfe de Gascogne et l'Espagne, puis se dirigea vers » l'Italie. Son centre passa au sud de Paris... L'augmentation de la décli- » naison paraît, au contraire, cette fois, nous présager l'approche d'une » bourrasque dont le centre passerait sur les Iles Britanniques... » Or, le 9 la bourrasque avait son centre entre Liverpool et Dublin, le 10 sur la mer du Nord. Il serait intéressant de voir si cette relation se vérifie, et de comparer la marche simultanée des barreaux aimantés sur toute l'Europe. Nous aurons l'honneur de soumettre ce travail à l'Académie quand les documents demandés nous seront parvenus. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la rotation de l'embryon dans l'œuf des Axolotls du Mexique*. Lettre de **M. N. Joly** à M. Dumas.

« Un des spectacles les plus étranges et les plus saisissants que puisse nous offrir la nature vivante, c'est sans contredit la rotation de l'embryon dans l'œuf de certains animaux appartenant surtout à l'embranchement

des *Mollusques* et à celui des *Rayonnés*. Quant au groupe des Vertébrés, bien que, dans son embryogénie du Brochet, Lereboullet ne parle point de la giration de l'embryon chez les Poissons, ce phénomène paraît, s'il faut en croire Burdach, avoir été constaté par Cavolini, chez l'*Atherina hepsetus*. Spallanzini l'a vu, mais imparfaitement décrit, chez les Grenouilles et chez les Salamandres. Mais je ne sache pas qu'on l'ait signalé jusqu'à présent chez les Axolotls du Mexique, dont M. Duméril nous a révélé les étonnantes métamorphoses.

» Grâce à l'obligeance et à la générosité de ce professeur, je puis aujourd'hui combler cette lacune, si toutefois elle existe. En effet, des six Axolotls qu'il a bien voulu me remettre il y a deux ans, à pareille époque, deux femelles ont pondu, l'une vers la fin du mois de février, l'autre le 27 mars dernier. Or, en examinant le contenu des œufs à divers degrés de développement, j'en ai vu plusieurs dont l'embryon exécutait sur lui-même un mouvement giratoire très-marqué. Au moment où la rotation commence, l'embryon, replié sur lui-même en forme de croissant, ne présente encore qu'une masse informe, où l'on distingue à peine une tête, un tronc et une queue grossièrement ébauchés. Cette rotation, d'ailleurs assez lente, s'opère ordinairement de gauche à droite et dans un plan horizontal. Au fur et à mesure que l'animal s'accroît, la rotation devient de moins en moins rapide, et elle cesse entièrement quand les masses branchiales commencent à prendre l'aspect mamelonné.

» Le 2 avril, un tour complet s'exécutait en quatre ou cinq minutes. Le 6 du même mois, dix ou onze étaient nécessaires pour parcourir le même espace.

» Avant les importants travaux de Purkinje et Valentin, relatifs aux cils vibratiles et au mouvement ciliaire, la giration de l'embryon dans l'œuf était fort difficile à expliquer, et l'imagination, celle des Allemands surtout, se donnant libre carrière, assimilait la rotation dont il s'agit à celle des planètes, y voyait un mouvement cosmique (*eine kosmische Bewegung*). Carus avait eu d'abord, lui aussi, cette singulière idée, qu'il abandonna plus tard, pour attribuer la giration à sa véritable cause, c'est-à-dire à la présence des nombreux cils vibratiles qui, chez beaucoup d'animaux inférieurs, garnissent la surface du corps de l'embryon, et par leurs oscillations rapides impriment, comme autant de rames microscopiques, un mouvement rotatoire à sa masse tout entière.

» La même explication s'applique évidemment à la giration dont nous a rendu témoin l'embryon encore enfermé dans l'œuf des Axolotls. Extrait

avec précaution de cet œuf, et placé sur le porte-objet du microscope, ce même embryon nous a fait voir, d'une manière très-distincte, les cils vibratiles implantés à la surface de son corps et les mouvements oscillatoires qu'ils exécutent. Ces mouvements déterminent, dans la goutte d'eau placée sur le porte-objet, des courants qui entraînent avec eux les petits corps qui s'y trouvent, et qui, venant parfois frapper les cils, sont relancés par ces derniers avec une grande énergie à une certaine distance, ou bien, s'ils ont un certain volume, comme les globules vitellins par exemple, tournoient sur eux-mêmes et sans presque changer de place, rappelant ainsi les mouvements giratoires du camphre à la surface de l'eau ou du mercure.

» Je dois faire remarquer, en terminant, que les observations dont je viens d'avoir l'honneur de vous entretenir ont été faites sur des œufs pondus par des Axolotls du Muséum, auxquels M. Guy, amateur d'histoire naturelle des plus zélés et des plus intelligents, a bien voulu donner asile dans le magnifique *aquarium* (45 bassins), qu'il vient de faire construire à Toulouse, et où il m'a permis, avec une obligeance parfaite, d'étudier à loisir les productions marines ou d'eau douce qui s'y trouvent renfermées. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations relatives aux faits signalés dans deux Communications précédentes de M. Marey, sur le vol des insectes; par* **M. Pettigrew.**

« Deux Mémoires présentés à l'Académie par M. Marey, le 28 décembre 1868 et le 15 mars 1869 (1) ont attiré mon attention. M. Marey y décrit le mouvement des ailes des insectes pendant leur vol, et présente comme une *découverte nouvelle* l'idée que ce mouvement offre la *figure d'un* 8. Il m'a semblé que je me devais à moi-même la justice d'informer l'Académie que la théorie du mouvement des ailes présentant la figure d'un 8 a été pour la premiere fois énoncée par moi dans une leçon faite à l'Institution royale de la Grande-Bretagne en mars 1867. Un extrait de cette leçon, traduit en français, a été inséré dans la *Revue des Cours scientifiques de la France et de l'étranger* du 21 septembre 1867, où il a paru en même temps que deux autres articles, l'un de M. Marey, l'autre de M. Armand Angliviel. Dans cet extrait, j'établis pour la première fois que, non-seulement l'aile a la structure d'une hélice, mais qu'elle est, physiologiquement parlant, une

(1) Ces Communications sont imprimées aux *Comptes rendus* sous les dates indiquées.

véritable hélice, par le fait de sa rotation et de son mouvement circulaire sur son grand axe, qui lui permet de renverser plus ou moins complétement ses plans pendant l'acte de l'extension et de la flexion. Le Mémoire, dans lequel le sujet de cette leçon avait été pris, a été communiqué *in extenso* par le professeur Auxley à la Société Linnéenne de Londres et lu devant cette assemblée le 20 juin 1867. Il était illustré de plus de quatre-vingts figures originales, et est publié en entier dans le tome XXVI des *Transactions de la Société Linnéenne.*

» L'objet de ce Mémoire est de prouver que les quadrupèdes en marchant, les poissons en nageant, les insectes et les oiseaux en volant exécutent des mouvements qui présentent la *figure d'un* 8. Des passages innombrables de ce Mémoire insistent sur ce point et développent cette idée, et la figure du mouvement en forme de 8 est représentée dans des exemples variés, non-seulement dans les planches, mais dans des gravures sur bois intercalées dans le texte.

» A la page 204 (diagramme 2), on a donné la figure du 8 exécutée par le poisson nageant.

» Page 233 (diagramme 5), la figure du 8 est exécutée par l'aile de l'insecte artificiellement fixé. Je démontre, à la même page, que la figure du 8 est ouverte ou dénouée et convertie en une ligne onduleuse (diagramme 6), quand l'insecte vole rapidement à une grande hauteur et dans le sens horizontal.

» Pages 240 et 249 (diagrammes de 7 à 16 inclus), on donne les courbes et les figures en 8 du mouvement opéré par les os et les jointures de l'aile des oiseaux au moment de l'extension et de la flexion.

» Planche XV, l'extrémité antérieure, ou nageoire du sea Bear (*Otaria Hoockeri*) (*fig.* 51), l'aile nageante du pingouin (*fig.* 57), l'aile de l'insecte (*fig.* 68), la chauve-souris (*fig.* 69) et l'oiseau (*fig.* 70, 73, 74), toutes ces figures représentent des hélices; on les compare aux lames d'une hélice de propulsion représentée à la *fig.* 52. Les *fig.* 76, 77 et 78 donnent les courbes, en forme de 8, exécutées par le mouvement des bipèdes, des oiseaux et des poissons nageant.

» La *fig.* 61 représente le dessin du 8 produit par l'aile de l'oiseau pendant sa vibration, et le même mouvement exécuté par l'insecte est reproduit *fig.* 59.

» Plus loin, les *fig.* 71 et 72 représentent l'aile agissant comme une sorte de cerf-volant.

» J'ai pris la liberté d'indiquer quelques-uns des passages qui se rap-

portent au sujet en question, et de soumettre un exemplaire de mon Mémoire à l'Académie, dans l'espoir qu'elle prendra en considération le droit que je réclame d'avoir été le premier à découvrir *la figure du* 8 *formée par le mouvement des ailes des insectes, des chauves-souris et des oiseaux, quand ils sont retenus artificiellement, et la courbe onduleuse et en spirale décrite par l'aile des insectes, des chauves-souris et des oiseaux, quand ces insectes, chauves-souris ou oiseaux volent à une grande hauteur et dans une direction horizontale.*

» J'ajouterai seulement que ma leçon a été imprimée dans les *Proceedings of the royal Institution of Great-Britain,* sous la date du 22 mars 1867, près de deux ans avant que la première Communication de M. Marey parût dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* et que mon Mémoire, dont la leçon n'était qu'une partie, a été lu à la Société Linnéenne, moins de trois mois après la publication de cette leçon, c'est-à-dire le 6 *juin* 1867. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations relatives aux crêtes de glace qui ont été signalées sur des tiges de végétaux; par* **M. H. Baillon.**

« L'Académie a reçu différentes Communications relatives à la formation des crêtes ou ailes de glace qui se montrent pendant les gelées sur les tiges des plantes. Je ferai observer, à ce sujet, que ce phénomène ne saurait être considéré, dans bien des cas, comme biologique, mais qu'il est purement physique. Ces ailes se forment, en effet, sur un grand nombre de tiges *mortes* et qui se sont fendues en se desséchant, à la fin de la belle saison. La glace sort alors des fissures longitudinales préexistantes, et si les ailes verticales grandissent beaucoup, c'est que les racines qui, elles, sont vivantes, empruntent au sol de nouvelles quantités d'eau qui viennent alimenter les glaçons. Dans ces cas, l'opinion de M. Trécul est donc la seule qui paraisse pouvoir être adoptée. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Valeur toxique de quelques produits du groupe phénique; par* **M. P. Guyot** (de Nancy).

« *Conclusions.* — Il résulte des nouvelles recherches que j'ai faites et dont j'ai l'honneur de soumettre les conclusions au jugement de l'Académie :

» Que : 1° l'azuline est ou n'est pas vénéneuse, selon le mode de préparation;

» 2° Lorsqu'elle renferme un excès d'aniline, elle est toxique;

» 3° Préparée avec la coralline toxique (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 134), elle peut contenir du phénol, et, par conséquent, agir sur l'épiderme;

» 4° Préparée au moyen de l'acide rosolique, même vénéneux, l'azuline peut être inoffensive, lorsqu'elle est convenablement lavée;

» 5° La lydine (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 129) purifiée, c'est-à-dire privée de prussiates et d'aniline, n'agit pas sur la peau;

» 6° La purification de la lydine a lieu au moyen de dissolutions successives dans l'alcool et de précipitations partielles à l'aide de la soude;

» 7° L'azuline et la lydine peuvent être employées dans la teinture et dans l'impression des tissus. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre et explosions volcaniques constatés dans les Indes néerlandaises, depuis le commencement du* XVIe *siècle jusqu'à nos jours*. Note de **M. L. DE BACKER**, présentée par M. J. Cloquet.

« Les Documents qui suivent sont extraits d'un Ouvrage publié en langue néerlandaise, par le Dr *Junghun*, sous le titre « Histoire des volcans (*Geschiedenis der Vulkanen*) » :

1506, tremblement de terre à Java.
1586, explosion du volcan Ringit, à Java.
1586, explosion de l'Api, à Banda.
1597, 18 janvier, le Ringit vomit des colonnes de fumée noire.
1598, explosion de l'Api, à Banda.
1608, explosion du pic de Ternate.
1609-1615, explosion de l'Api, à Banda.
1629, tremblement de terre à Banda.
1632, explosion de l'Api à Banda.
1635, explosion du pic de Ternate.
1644, tremblement de terre à Amboina.
1646, explosion d'un volcan dans l'île de Makjan et du pic de Ternate.
1653, le pic de Ternate fait explosion.
1659, explosion d'un volcan dans l'île Kurekofe.
1664, explosion du Merapi, à Java.
1671, tremblement de terre à Amboina.
1673, 12 juin, tremblement de terre à Amboina.
1673, explosion volcanique à Ternate, et du Gammanacore, dans l'île de Gilolo.
1674, 17 février, tremblement de terre à Amboina.
1674, 17 février, explosion du Wawani, à Amboina.
1680, explosion du Keinaas, à Menado.
1683, tremblement de terre à Banda.
1683, explosion d'un volcan dans l'île de Serua.

1684, 13 janvier, tremblement de terre à Java.

1687, tremblement de terre à Amboina.

1689, 19 janvier, tremblement de terre à Amboina.

1690, 1691, 1692, 1693, 1694, explosion de l'Api, à Banda.

1694, explosion d'un volcan dans l'île Serua.

1695, explosion de l'Api, à Banda.

1699, dans les nuits des 4 et 5 janvier, tremblement de terre à Java, ressenti à Lampongs et à Sumatra.

1699, dans les nuits des 4 et 5 janvier, explosions du Salak, à Java; des masses de cendres sont jetées jusqu'à Batavia.

1710, tremblement de terre à Banda.

1711, 10 et 16 décembre, explosion de l'Awoe, à Pulo-Sangir.

1712, explosion de l'Api, à Banda.

1747, explosion du Gedeh, à Java.

1752, 1er mai, explosion du Lawoe, à Java.

1754, 18 août, tremblement de terre à Amboina.

1757, 24 août, tremblement de terre à Java.

1758, 14 mai, tremblement de terre à Java.

1761, explosion du Gedeh, à Java.

1765, explosion de l'Api, à Banda.

1767, tremblement de terre à Banda.

1768, 19 août, explosion du Merapi, à Java.

1769, 25 janvier, tremblement de terre à Java.

1772, 10 mai, tremblement de terre à Java.

1772, dans la nuit du 11 au 12 août, explosions simultanées du Papaudaijang, Tjerimai et du Slamat.

1775, 4 janvier, tremblement de terre à Java.

1775, explosion de l'Api, à Banda.

1778, 12 janvier, tremblement de terre à Java.

1778, explosion de l'Api, à Banda.

1779, 28 juin, tremblement de terre à Java.

1780, 22 janvier, tremblement de terre à Java.

1781, tremblement de terre à Amboina.

1785, explosion du Kloet, à Java.

1786, 17 juillet, explosion du Merapi, à Java.

1786, tremblement de terre à Java.

1786, explosion du Budak, à Java.

1796, explosion de l'Ihdjeng, à Java.

1803, 3-15 avril, explosion du Goentoer, à Java.

1804, septembre, explosion du Bromo, à Java.

1805, commencement d'avril, explosion du Tjermai, à Java.

1806, mai, explosion du Lemongang, à Java.

1807, 6 septembre, explosion du Goentoer, à Java.

1808, explosion du Karang-assam, à Bali.

1809, 9 mai, explosion du Goentoer, à Java.

1811, juin, explosion du Kloet, à Java; les cendres projetées étaient très-fines et consistaient en poussière d'alun.

1815, 2-17 avril, tremblements de terre simultanés à Java, Sumatra, Borneo et dans presque tout l'archipel Indien.

1815, 2-17 avril, explosion du Tomboro, à Sumbawa.

1815, 15 août, explosion du Goentoer, à Java.

1815, explosion du Bromo, à Java.

1816, 21 septembre, explosion du Goentoer, à Java.

1816, 11-14 octobre, tremblement de terre à Banda.

1816, novembre et décembre, tremblement de terre à Banda.

1816, explosion de l'Api, à Banda.

1817, 24 janvier et 18 février, explosion de l'Ihdjeng, à Java.

1818, 21-24 octobre, explosion du Goentoer, à Java.

1818, 8 novembre, terrible tremblement de terre dans toute l'île de Java.

1818, 8 novembre, explosion du Lemongang, à Java.

1818, 8 novembre, explosion du Smeroe, à Java.

1818, explosion du Sindoro, à Java.

1820, 11-30 juin, tremblement de terre à Banda.

1820, 11 juin, explosion de l'Api, à Banda.

1822, 8-12 octobre, tremblement de terre à Java.

1822, 8-12 octobre, explosion du Galoengoeng, à Java.

1822, 31 décembre, à minuit, explosion de l'Api, à Banda.

1825, au commencement de l'année, explosion du Kloet, à Java.

1825, le 14 juin, explosion du Goentoer, à Java.

1825, octobre, explosion du Slamat, à Java.

1825, tremblement de terre à Sumbawa, Célèbes et autres îles des Moluques.

1825, explosion du Tomboro, à Sumbawa.

1825, explosion du Bromo, à Java.

1826, le Lesmongang continue de vomir des cendres.

1828, 14 mai, explosion du Goentoer, à Java.

1828, 8 juin, explosion du Goentoer, à Java.

1829, 11 novembre, explosion du Bromo, à Java.

1829, explosion du Goentoer, à Java.

1830, 28 mars, 7 avril, tremblement de terre à Amboina.

1831, tremblement de terre à Batavia.

1832, 16 janvier, explosion du Goentoer, à Java.

1832, 8 août, explosion du Goentoer, à Java.

1832, 13 août, explosion du Goentoer, à Java.

1832, décembre, explosion du Merapi, à Java.

1833, 1er septembre, explosion du Goentoer, à Java.

1833, 24 novembre, tremblement de terrre à Batavia.

1834, 10 octobre, 5h 30m du matin, tremblement de terre dans la partie occidentale de Java.

1834, décembre, explosion du Goentoer, à Java.

1835, 26 août, tremblement à l'ouest de Java.

1835, septembre, le Slamat, à Java, vomit de la fumée.

1835, explosion du Bromo, à Java.

1836, 21-22 mars, $3^h 30^m$ du matin, tremblement de terre à Djocjocarta, Solosamarang.

1836, 17 juillet, 2 heures après midi, secousse au centre de Java.

1836, 11 octobre, explosion du Goentoer, à Java.

1836, 1er novembre, terrible tremblement de terre à Amboina.

1836, tremblement de terre à Amboina et Ternate.

1837, 10 août, explosion du Merapi, à Java.

1838, 26 février, explosion du pic de Ternate.

1838, mars, le cratère du Bromo, à Java, cesse de fumer et se remplit d'eau.

1838, 8 août, $2^h 30^m$ après midi, légère secousse à l'ouest de Java.

1839, 20 mars, 4 heures du soir, légère secousse à Buitenzorg et Tjiceroa, à Samarang, Kadoc, Bangaben, Banjoemaas, Djocjocarta, etc.

1839, 25 mars, explosion du pic de Ternate, avec un bruit de tonnerre; des laves ardentes coulent des flancs de la montagne.

1840, 2-14 février, tremblement de terre à Ternate.

1840, 2-14 février, explosion considérable du pic de Ternate.

1840, 24 mai, 3 heures du matin, explosion du Goentoer, à Java.

1840, 12 novembre et 15 décembre, explosion du Gedeh, à Java.

1841, juillet-décembre, explosion du Lemongang, à Java.

1841, 14 novembre, éruption du Goentoer, à Java.

1842, au commencement de janvier, le Lemongang, à Java, cesse tout à coup de fumer.

1842, fin de janvier, février et mars, depuis que le Lemongang cesse de fumer, le Smeroe, à Java, commence à vomir des flammes.

1842, 30 janvier et 15 février, le Bromo, à Java, lance des pierres brûlantes.

1843, 4 janvier, le Goentoer, à Java, fait éruption.

1843, dans la nuit du 5 au 6 janvier, tremblements de terre à Nias, à Tapanoelie, à Baros et Singkel.

1843, 18 janvier, 11 heures du matin, tremblement de terre, à Amboina.

1843, 18 février, 2 heures après-midi, tremblement de terre, à Amboina.

1843, 15 mars, 9 heures du matin, tremblement de terre à Amboina.

1843, 15 mars, 9 heures du soir, légère secousse à Kedirie, dans l'île de Java.

1843, 14 avril, 5 heures du matin, tremblement de terre à Amboina, répété le 15 mai à 8 heures du soir, le 3 août à 9 heures du soir, le 8 août à 7 heures du soir et le 16 septembre à $1^h 30^m$ après midi.

1843, 5 octobre, éruption du Lemongang, à Java.

1843, 25 novembre, éruption du Goentoer, à Java.

1844, 15 février, $1^h 30^m$ après midi, tremblement de terre à Buitenzorg et à Tjanjor, à l'ouest de Java.

141 tremblements de terre et éruptions, de 1506 à 1847.

En 1820, à Pulo-Waij, une partie de forêt s'enfonça et disparut dans la terre.

Le 27 février 1817, à Cheribon, district de Gebang, une partie de la montagne Loewoer s'éboula.

Le 17 février 1843, deux rochers se dressèrent et apparurent dans la mer, au sud de l'île Gielie-Genting, au sud-est de la côte de Madura.

En 1816, un rocher parut avec grand bruit en sortant des flots de la mer, au sud-ouest de la côte de Timor.

Le 5 mars 1817, une partie de la montagne située près Tijtrop, district de Teloga, s'éboula.

En 1838, une partie de la montagne Prau, dans l'île de Java, s'éboula.

En juin 1843, une partie de la montagne Missigiet, située entre Badjaman et Bandougop, dans l'île de Java, s'éboula.

Le 29 août 1844, une montagne située dans le district de Karang s'écroula, et ensevelit dans sa chute deux bourgades très-peuplées. »

M. Namias, de Venise, en continuant ses expériences cliniques sur l'emploi du bromure de potassium comme médicament (1), a trouvé que ce sel n'est pas éliminé seulement par les urines, mais aussi par la salive. L'autopsie d'un homme qui a succombé pendant le traitement a même permis de constater la présence du bromure de potassium, non-seulement dans le sang et dans les autres liquides de l'économie, mais dans le cerveau, la moelle épinière, le foie, les poumons, etc. : l'auteur a constaté qu'il n'est point assimilé. Les expériences ont été étendues au bromure de fer, qui semble pouvoir remplacer avantageusement, dans certains cas, le bromure de potassium : alors, on trouve dans les urines beaucoup de brome; mais on y peut à peine constater la présence du fer, qui est probablement retenu dans le sang.

« M. Balard, à l'occasion de cette présentation, exprime le regret que les médecins qui étudient l'action physiologique des combinaisons du brome n'aient pas cru devoir faire leurs essais plutôt avec le bromure de sodium qu'avec celui de potassium. La soude est l'alcali que renferment principalement les humeurs animales. La potasse n'y intervient pas au même degré, et elle pourrait bien modifier pour son compte l'économie, quand elle est introduite dans le corps vivant en proportions notables. Le mode d'action du brome lui-même, administré à l'état de bromure, semblerait donc devoir se manifester d'une manière plus nette si l'on n'introduisait dans l'expérience que cet élément nouveau. Le bromure de sodium, cristallisé au-dessous de 30 degrés, renferme, il est vrai, les 4 équivalents d'eau de cristallisation que

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 1019.

le chlorure ne prend qu'à -10 degrés. Mais on peut l'obtenir anhydre, comme le bromure de potassium, en le faisant cristalliser à une température suffisamment élevée. Il présenterait alors comme lui une constitution que l'air ne pourrait point modifier, circonstance qui probablement est celle qui a fait préférer comme médicament l'emploi du composé potassique. »

M. **Royer** adresse une Lettre concernant sa Communication du 4 avril, sur la réduction de l'acide carbonique en acide formique, et la remarque dont M. Dumas a accompagné cette Communication. Par *matière organique*, l'auteur en effet n'a voulu désigner, conformément à l'observation de M. le Secrétaire perpétuel, qu'une matière qui, d'abord extraite des organes des êtres vivants, a été classée, pour cette raison seulement, dans cette partie de la Chimie qu'on nomme *Chimie organique*.

M. **Th. d'Estoquois** adresse une « Note sur le mouvement des liquides ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bertrand.

M. A. **Leloup** adresse une « Note sur la vapeur à l'état de saturation ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

« M. **de Tessan** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le Commandeur *Cialdi*, d'un exemplaire d'une brochure imprimée en italien, sous forme de lettre, *Sur les causes de l'ensablement de Portolevante*, situé dans le golfe de Venise, entre les embouchures de l'Adige et du Pô. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Recueil des actes du Comité médical des Bouches-du-Rhône, publié sous la surveillance du Président, M. le Dr A. Sicard., t. IX, 1er et 2e fascicules, janvier à décembre 1869. Marseille, 1870; 2 br. in-8°. (2 exemplaires.)

Applications de la photographie à la médecine légale. Rapport sur une Communication de M. le Dr Bourdon; *par* M. VERNOIS. Paris, 1870; br. in-8°, avec 2 planches photographiées.

Projet de mesures prophylactiques contre la rage; par M. Max. VERNOIS. Paris, 1869; in-8°.

Académie impériale de Médecine. Discussion sur la rage. Discours prononcé par M. Max. VERNOIS. Paris, 1863; in-8°.

Sur la vaccination animale. Discours de M. VERNOIS. Paris, sans date; br. in-8. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale de Médecine.*)

Étude sur la prophylaxie administrative de la rage; par M. Max. VERNOIS. Paris, 1863; in-8°.

L'industrie primitive en Égypte et en Syrie (Rapports au Ministre); par M. A. ARCELIN. Mâcon, 1870; br. in-8°.

La mémoire et la folie; par M. F. LAGARDELLE. Saint-Maixent, 1870; br. in-8°.

De l'hydrothérapie; par M. GUETTET. Paris, 1870; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette des eaux*, mars 1870.)

Les fleurs de pleine terre, comprenant la description et la culture des fleurs annuelles vivaces et bulbeuses de pleine terre; par MM. VILMORIN-ANDRIEUX et Cie, 3e édition. Paris, 1870; 1 vol. in-12 cartonné, illustré de 1300 figures.

Leçons cliniques sur les maladies du cœur, professées à l'Hôtel-Dieu de Paris par M. J. BUCQUOY, 2e édition. Paris, 1870; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Sul... *Sur le procédé de formation de la portion glandulaire ou maternelle du placenta; Mémoire de* M. G.-B. ERCOLANI. Bologne, 1870; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATUM.

(Séance du 4 avril 1870.)

Page 732, ligne 36, *au lieu de* oxalique, *lisez* formique.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle planète à l'observatoire de Marseille.* Note de **M. Delaunay**.

» Une nouvelle planète télescopique a été découverte à l'observatoire de Marseille, dans la soirée de mardi dernier 19 avril, par M. Borelly, auquel nous devons déjà la connaissance des deux planètes Égine (91e) et Dike (99e). Cette nouvelle planète est la 110e du groupe situé entre Mars et Jupiter.

» Sa position, le 19 avril 1870, à $10^h 33^m 13^s$, temps moyen de Marseille, était :

$$Æ = 12^h 2^m 39^s,22,$$
$$D = +6°50',38'',8,$$

Mouvements horaires { en ascension droite........ $-1^s,77$; en déclinaison............ $+2'',20$

Grandeur...... 12-13

» M. Borelly m'ayant prié de choisir un nom pour la planète qu'il vient de découvrir, je propose de l'appeler *Lydie*. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation spectrale des protubérances solaires (travaux de M. Respighi); par* **M. Faye.**

« L'Académie connaît déjà les beaux résultats obtenus dans cette voie, dès le mois de juillet dernier, par M. Zœllner, et ceux de M. L. Respighi, du 26 octobre au 16 novembre 1869 (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1179). Depuis cette époque, M. L. Respighi a continué le système d'observation qu'il a si heureusement institué; je viens de recevoir le Mémoire détaillé qu'il a publié sur sa méthode et ses conclusions. J'ai pensé que l'Académie, qui m'avait chargé l'an dernier de lui faire un Rapport verbal sur le Mémoire de M. Zœllner, me permettra de lui présenter aujourd'hui l'analyse de celui du savant Directeur de l'observatoire du Campidoglio, et d'y joindre mes réflexions personnelles.

» L'instrument dont se sert M. Respighi est tout simplement une petite lunette parallactique de Merz, de $4\frac{1}{3}$ pouces d'ouverture, munie d'un excellent spectroscope à vision directe d'Hoffmann. La petitesse de l'instrument paraît être une condition éminemment favorable, car MM. Zœllner et Respighi ont réussi du premier coup, là où MM. Huggins et Secchi, avec des lunettes beaucoup plus grandes et plus puissantes, n'ont obtenu que des résultats moins satisfaisants. On dispose la fente du spectroscope tangentiellement au bord du Soleil, en commençant par le point nord, et on en parcourt tout le tour en lisant les directions successives de la fente sur le cercle de position de la lunette. Un coup d'œil permettant d'embrasser un peu plus d'une vingtaine de degrés sur le bord, seize installations suffiront pour l'inspection de la circonférence entière. On s'assure de l'existence des protubérances dans chaque région en éloignant peu à peu la fente du bord du Soleil, et en examinant si la raie C ou des parties de cette même raie subsistent au delà de la chromosphère.

» Cela posé, pour étudier une protubérance ainsi reconnue, on élargit la fente de manière à comprendre dans son champ la protubérance tout entière. Dans le cas où celle-ci dépasserait 1', il faudrait opérer par parties successives.

» On peut, en effet, quand le ciel est pur, et lorsque l'objet n'est pas très-faible, ouvrir ainsi la fente sans que l'image perde sensiblement en netteté. Pour les plus petits accidents de la chromosphère, il y a avantage à restreindre la largeur de la fente, car, avec l'ouverture de 1', l'œil éprouve quelque peine à supporter l'éclat du champ, et l'observateur se voit ordinairement forcé de recourir à l'emploi d'un verre obscurcissant d'un rouge

convenable. Heureusement l'interposition de l'atmosphère, quand on observe à peu de degrés au-dessus de l'horizon, procure précisément l'extinction des rayons voisins de la raie C (1), en sorte que l'étude des protubérances se fait très-bien avec un Soleil peu élevé : il semble même que ces phénomènes apparaissent alors avec plus de netteté et de lumière.

» Répétons ici que le système d'observation de M. Respighi consiste à dessiner ainsi chaque jour, de proche en proche, tous les accidents de la chromosphère sur le tour entier du Soleil. Une heure de travail suffit pour cela, lorsque l'observateur a acquis une certaine habileté manuelle. On reporte ensuite sur une ligne horizontale le développement du tour entier du Soleil, et l'on y place les dessins partiels des accidents observés d'après une échelle convenable (2). L'ensemble de ces lignes, pour un mois d'observation, par exemple, disposées parallèlement l'une au-dessous de l'autre, avec des divisions verticales afin de permettre de lire les angles de position des protubérances, constitue un tableau qu'on peut embrasser d'un coup d'œil.

» Celui que je mets sous les yeux de l'Académie contient en une seule page toutes les observations faites du 26 octobre au 5 décembre 1869. La circonférence développée y est divisée en seize parties égales comme la boussole; les lignes de division verticales portent les indications nord, nord-nord-est, nord-est, etc. Il est facile de s'assurer, d'après les éléments de la rotation solaire, qu'en novembre le pôle nord du Soleil tombe à peu près sur la division nord-nord-est, et le pôle sud sur la division sud-sud-ouest. La distribution des protubérances n'indique pas moins nettement la position de ces pôles, car le tableau est vide (sauf un seul jour) dans ces deux régions-là, d'un bout à l'autre de la ligne verticale nord-nord-est et de la ligne sud-sud-ouest.

» Ainsi, premier résultat : il n'y a de protubérances que par exception aux pôles de la rotation solaire. L'espace vide est compris entre le nord et le nord-est d'un côté, le sud et le sud-ouest de l'autre. Par conséquent la calotte sphérique, ordinairement exempte de protubérances, a un rayon d'environ $22\frac{1}{2}$ degrés. Par contre la région la plus riche en protubérances

---

(1) Le spectre présente d'autres images de chaque protubérance, principalement une dans le jaune, près de la raie D, et une dans le bleu répondant à la raie F, mais il convient de s'attacher à la première qui est la plus complète et la plus marquée.

(2) La hauteur de chaque protubérance se déduit de la largeur qu'il a fallu donner à la fente du spectroscope pour la voir tout entière.

est comprise actuellement entre le nord et le nord-ouest, c'est-à-dire vers 45 degrés de latitude nord, dans une région où l'on ne voit presque jamais de taches. (En sept ans d'observations suivies, M. Carrington n'en a vu qu'une seule par 45 degrés). Ces simples rapprochements nous montrent que si les protubérances dépendent, comme les taches, de la rotation solaire, elles n'en dépendent pas de la même manière et constituent un phénomène distinct de celui des taches. Elles sont peut-être, d'après M. Respighi, en connexion plus directe avec l'apparition des facules.

» Un autre coup d'œil sur les formes extrêmement variées de ces protubérances montre qu'elles n'ont rien de commun avec des nuages voguant dans une atmosphère et provenant de condensations locales. Ce sont de simples éruptions parties de la chromosphère; souvent elles s'épanouissent en forme de bouquet dans la région supérieure, puis redescendent avec lenteur (1). Ailleurs les colonnes ascendantes se recourbent et retombent comme un panache. Il est également palpable que ces masses légères d'hydrogène incandescent ne sont pas soumises à des courants réguliers d'une atmosphère quelconque tels que nos vents alizés, car les jets verticaux voisins, quand ils s'inclinent et se recourbent, penchent indifféremment d'un côté ou de l'autre, et retombent presque aussitôt. Telles sont aussi les conclusions de M. Respighi.

» L'étude de ces dessins n'éclaire pas seulement la question des protubérances : elle pose aussi des problèmes nouveaux dont la solution ne se fera pas attendre bien longtemps, pour peu que les astronomes s'attachent à poursuivre ce genre d'observation si nouveau et si fécond. Par exemple les éruptions hydrogénées viennent-elles de la masse interne du Soleil en traversant la photosphère, ou bien sont-elles simplement des soulèvements locaux produits dans la chromosphère par la réaction de quelque cause sous-jacente? Dans la première hypothèse, celle qu'adopte M. Respighi, il faudrait expliquer comment ces masses d'hydrogène, incessamment projetées au dehors du Soleil proprement dit, peuvent rentrer continuellement dans son sein; car la chromosphère conserve une épaisseur à peu près constante, depuis les premières observations d'éclipses déjà fort anciennes qui en ont révélé l'existence.

» Il faudrait aussi, dans ce cas, se demander comment des éruptions prove-

(1) Les masses isolées du bord doivent provenir d'éruptions qui ont cessé brusquement, ainsi que le montrent les beaux dessins que M. Zœllner a exécutés sur certaines protubérances étudiées d'une manière presque continue pendant des heures entières.

nant de la masse interne, avec une vitesse prodigieuse, n'entraînent pas constamment avec elles quelques traces des matériaux si variés dont cette masse est formée. M. L. Respighi incline à croire que la surface brillante du Soleil est une surface solide parsemée de volcans; il se fonde sur ce que beaucoup de protubérances semblent être des éruptions coniques ou cylindriques, d'abord très-étroites, qui s'épanouissent ensuite comme les colonnes de fumée de nos volcans. Mais, outre que la surface brillante du Soleil ne saurait être solide, il faudrait encore que cette forme particulière à beaucoup de protubérances fût générale, ce qui est loin d'avoir lieu, car beaucoup de ces singuliers objets ont, au contraire, une base bien plus large que leur sommet. Il faudrait de plus, d'après le calcul de M. Respighi lui-même, que ces gaz fussent projetés, à travers les orifices volcaniques, avec l'effroyable vitesse d'au moins 50 lieues par seconde (sept fois plus grande que la vitesse de la Terre dans son orbite). Il se pourrait, au contraire, que les courants verticaux ascendants et descendants qui existent indubitablement dans la masse solaire interne n'atteignissent pas la chromosphère pour y injecter continuellement de nouvelles masses d'hydrogène. Peut-être l'apparition des facules suffirait-elle pour provoquer une réaction locale plus vive de la photosphère sur l'enveloppe hydrogénée, et pour projeter à une grande hauteur de petites portions de cette enveloppe gazeuse si rare et si tourmentée. Alors chaque bouffée d'hydrogène, soulevée et chassée vers le haut, entraînerait avec elle une colonne gazeuse qui semblerait la rattacher momentanément à la chromosphère par une sorte de pilier.

» Je mets en avant à dessein ce terme de réaction de la photosphère sur l'enveloppe hydrogénée qui la surmonte, parce que nous touchons à une notion neuve dont je dois laisser tout le mérite au Directeur de l'observatoire du Campidoglio. Il déclare qu'il serait complétement impossible d'expliquer une foule de faits tels que l'inconcevable vitesse de ces éruptions et la forme même qu'elles revêtent, pour la plupart, quand elles se dilatent dans les hautes régions, ou quand elles s'inclinent brusquement pour se diriger parallèlement à la surface solaire et pour se relever parfois un peu plus loin, etc., sans admettre l'existence d'une action répulsive exercée soit par la masse, soit par la surface du Soleil. Cette action répulsive, M. Respighi l'attribue à l'électricité qui doit se développer, suivant lui, avec énergie au sein de ces mouvements d'une violence extrême.

» Je ne puis m'empêcher de faire ici remarquer à l'Académie que cette force répulsive, dont M. Respighi croit voir des indices certains dans les

formes étranges et les mouvements continuels des protubérances, n'est pas une simple hypothèse. Des phénomènes d'un tout autre ordre, ceux des comètes, sont une preuve indubitable de son existence. Je me suis efforcé autrefois, dans mes recherches sur la figure des comètes, de montrer que cette force répulsive est due, non à l'électricité ou au magnétisme, mais à la simple incandescence de la photosphère. S'il en est réellement ainsi, cette force, jusqu'ici purement astronomique, doit se faire sentir avec énergie sur la rare enveloppe gazeuse qui repose au-dessus de la surface incandescente du Soleil. Nous serait-il donné de saisir maintenant les effets les plus immédiats de cette force? Dans ce cas, la physique solaire nous conduirait donc à aborder, sous une face toute nouvelle, la grande question des forces qui gouvernent l'univers entier. Ce ne serait pas le moment, j'imagine, d'oublier que la méthode qui nous rend accessibles de telles spéculations est due à un de nos compatriotes, et l'Académie me permettra, à cette occasion, d'exprimer le plaisir que j'ai eu d'apprendre de bonne source que M. Janssen sera bientôt mis en état de poursuivre activement les recherches qu'il a inaugurées si brillamment aux Indes. *En quelques mois* il livrera à la science cent fois plus de données précieuses que les astronomes n'auraient pu en recueillir, avant lui, par l'observation ordinaire des éclipses totales d'une vingtaine de siècles (1). »

ASTRONOMIE SPECTRALE. — *Note sur des expériences nouvelles de* M. Wüllner; *par* **M. Faye.**

» M. le professeur Wüllner me charge de présenter à l'Académie trois brochures relatives à ses expériences sur les spectres de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Il espère que l'examen de ces Mémoires montrera combien les critiques de M. Dubrunfaut sont peu fondées. En particulier, il suffit de comparer le dessin du spectre continu de l'hydrogène, qui se trouve dans la brochure in-4°, avec les dessins que MM. Plücker et Morren

---

(1) Je n'entends pas dire par là que les éclipses soient désormais inutiles : loin de là, l'éclipse totale du 22 décembre prochain nous permettra d'examiner de nouveau, en Algérie, les moindres détails du spectre des régions circumsolaires, et d'étudier cette auréole ou cette gloire des éclipses, que plusieurs astronomes attribuent aux résidus cométaires ou aux essaims d'étoiles filantes dont les orbites vont s'enchevêtrer en tous sens à leurs périhélies. *Voir*, pour ce dernier point, mon article des *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 555, *Sur les caractères généraux des phénomènes des étoiles filantes*, et, dans le dernier numéro des *Monthly Notices*, une Note de M. Proctor *Sur la couronne des éclipses et la lumière zodiacale*.

ont donnés du spectre de l'azote, pour s'assurer que le premier n'a aucun rapport avec le second, et ne peut par conséquent avoir été altéré par la présence d'une petite proportion de ce dernier gaz; la différence de ces deux spectres s'accuse surtout dans la région du bleu et du violet, qui revêt, pour l'azote, un aspect si caractéristique.

« Quant à l'idée, dit M. Wüllner, que ces spectres multiples, pour une seule substance (M. Wüllner en signale deux nouveaux pour l'hydrogène, ce qui porte à quatre le nombre des spectres distincts de ce gaz), rendent incertaines les bases de l'analyse spectrale, c'est ce qui ne saurait être admis un seul instant. Le fait que les spectres des diverses substances varient avec la température, est, non pas en désacord, mais en concordance parfaite avec la théorie, et si mes recherches soulèvent quelque doute, c'est seulement celui de savoir si les modifications spectrales que j'ai constatées s'accordent ou non avec l'hypothèse d'un pouvoir émissif constant. A cet égard, mes résultats semblent établir jusqu'ici que cette constance n'existe pas; mais je me réserve d'étudier de plus près cette question, lorsque l'installation du cabinet de physique et du laboratoire de la nouvelle École Polytechnique d'Aix-la-Chapelle sera terminée. »

» J'ajouterai que le nouveau Mémoire relatif aux spectres de ces trois gaz soumis à des pressions croissantes (1), m'a paru, comme les précédents, digne du plus haut intérêt. Déjà les belles expériences de M. Franckland sur la combustion de l'hydrogène à haute pression faisaient pressentir que le spectre de cette substance finirait par devenir continu; mais M. Wüllner, après avoir effectivement obtenu un tel spectre, montre que ce spectre continu diffère radicalement de celui des substances solides par cette circonstance bien remarquable qu'il reste compris entre les limites du spectre discontinu, caractérisé par les trois raies C, G, F, ou H_α, H_β et H_γ. Il en est de même pour les spectres continus de l'azote et de l'oxygène, avec cette différence singulière que, pour l'hydrogène, les raies brillantes se fondent dans le spectre continu, tandis que, pour l'oxygène, elles subsistent, même aux plus hautes températures (du moins dans le vert et le bleu), et se détachent aussi brillamment du fond éclairé qu'elles le faisaient auparavant sur le fond noir du spectre propre aux basses températures. Quant à l'azote, le spectre du premier ordre disparaît bientôt quand on dépasse une pression de $0^m,5$ pour faire place à un fond brillant d'une lumière continue, sur lequel apparaissent les raies brillantes du spectre du deuxième ordre avec une netteté que rien n'altère, jusqu'aux limites de pression que l'auteur n'a pu dépasser ($0^m,78$). Pour l'hydrogène, les expériences ont été poursuivies jusqu'à la pression de trois atmosphères.

(1) *Ueber die spectra einiger Gaze bei hohem Drucke.*

» Il est heureux pour l'Astronomie solaire que les circonstances de pression et de température, particulières à la chromosphère, assignent à l'hydrogène de cette couche le spectre si simple et si facile à reconnaître de M. Plücker. Nous voyons aussi pourquoi l'élargissement de ces raies à la base des protubérances est en rapport direct avec la température plus élevée qui règne dans cette région ; un autre gaz que l'hydrogène, l'azote du moins, ne fournirait pas d'indication aussi saisissable. Cet élargissement doit du reste se produire pour la raie rouge du côté le plus réfrangible, du moins s'il ne dépend que d'un excès de température et de densité. Ces expériences nous montrent encore que l'hydrogène incandescent présente bien, en certains cas, des raies voisines de la raie D, mais non pas une raie unique comme celle des protubérances. Enfin il est intéressant de voir que la seule présence d'une imperceptible couche de vapeur de sodium (provenant du verre échauffé) autour d'un mince filet d'hydrogène à haute pression suffit à faire apparaître *en noir* cette même raie D sur le spectre *continu* du gaz. C'est là un point important pour l'explication des raies noires du spectre solaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur les procédés d'observation photographique proposés par* M. Paschen *pour le prochain passage de Vénus; par* **M. Faye.**

« M. le conseiller Paschen a bien voulu m'adresser un exemplaire de son travail sur le prochain passage de Vénus (1); je vais tâcher d'en donner une idée nette à l'Académie, persuadé que nos confrères accueilleront avec intérêt une étude si parfaite de la question que j'ai déjà traitée moi-même à un autre point de vue dans la séance du 14 mars dernier.

» M. Paschen établit d'abord les conditions géométriques du choix des stations photographiques. Il montre que, pour tirer le meilleur parti possible de cette méthode, il convient de choisir deux stations telles, que l'arc de grand cercle qui les unit coupe en quelque endroit la ligne terrestre des points pour lesquels Vénus culmine successivement au zénith pendant son passage sur le Soleil. Si ces deux stations sont à 125 ou 140 degrés l'une de l'autre et à égale distance à peu près de la portion du parallèle terrestre qui voit Vénus culminer au zénith, on s'assurera la plus longue durée possible pour les observations photographiques simultanées, en admettant que celles-ci ne puissent être utilement faites qu'entre des hauteurs de 12 à 35 degrés pour les astres observés.

---

(1) *Astr. Nachr.*, n° 1796.

» Ces conditions sont si élastiques qu'elles permettent de tirer un excellent parti des passages de Vénus les plus défavorables au point de vue des autres méthodes. M. Paschen a indiqué, à titre d'exemple, les trois couples de stations suivantes pour 1874 :

» 1° Les îles Chatam et Mascate;

» 2° Les îles Chatam et Bassora;

» 3° Les îles Samoa et le port de Mahé aux Séchelles.

» Il s'est en outre assuré, par des calculs relatifs au premier groupe, qu'il serait aisé d'obtenir, en deux heures d'observations photographiques correspondantes, une trentaine d'épreuves fournissant trente équations de condition où le coefficient de l'excès de la parallaxe de Vénus sur celle du Soleil serait constamment de 1,8. Il serait impossible de trouver des stations aussi favorables pour les observations astronomiques (au moyen de l'héliomètre) que les astronomes allemands se proposent d'instituer en 1874.

» Le système photographique de M. Paschen consisterait à prendre les empreintes, non pas au foyer de l'objectif, comme je l'ai conseillé moi-même, mais au moyen d'une seconde lentille à court foyer, afin de photographier à la fois les astres et le réticule de la lunette (1). Il faut, dans ce cas, une monture parallactique. Quant au degré de précision, M. le conseiller Paschen a constaté que la distance de deux traits peut être obtenue, *par une seule opération de pointé* à 0,00043 de ligne près, au moyen de la machine à diviser de Repsold : en admettant que les photographies solaires n'aient que 4 pouces de diamètre, et que le pointé sur les bords de ces images soit vingt fois moins précis que sur des divisions d'une grande netteté, l'erreur moyenne, portée à 0,0086 de ligne, resterait encore au-dessous de l'erreur à craindre sur une double mesure obtenue avec le célèbre héliomètre de Kœnigsberg.

» Voici la conclusion dernière de ces recherches que M. Paschen se propose de pousser encore plus loin : l'observation photographique constitue, en définitive, l'un des meilleurs moyens connus de déterminer la parallaxe solaire. Je suis heureux, pour ma part, d'avoir été le premier à signaler (en 1852) cette belle application de la photographie à l'attention des astronomes. Le Mémoire si bien étudié de M. Paschen ne laisse subsister désormais aucun doute à cet égard, et si les astronomes se décident à appli-

---

(1) C'est aussi ce que nous avons fait, il y a douze ans, M. Porro et moi, pour observer photographiquement le Soleil à la lunette méridienne, procédé que je ne désespère pas de voir appliquer un jour dans les plus grands observatoires.

quer encore, en 1874, la méthode de Halley, ce sera seulement, je crois, par un sentiment de respectueuse déférence pour leurs devanciers, mais non dans l'espoir d'obtenir un résultat comparable à celui des méthodes photographiques. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Poussée des terres. Comparaison de ses évaluations au moyen de la considération rationnelle de l'équilibre-limite, et au moyen de l'emploi du principe dit* de moindre résistance, *de Moseley*; *par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« Dans un Mémoire approuvé par l'Académie (*), M. Levy a établi une théorie rationnelle de la poussée des terres contre un mur de soutènement, en se fondant sur les relations démontrées par Cauchy entre les pressions en divers sens dans tout corps, et sur la considération des glissements et des frottements intérieurs qui auraient lieu si le mur éprouvait ce commencement de renversement qu'il s'agit de prévenir. Comme l'équation différentielle, à laquelle il est ainsi conduit, ne s'intègre que lorsque la surface supérieure du massif est plane, et que son angle d'inclinaison ω sur l'horizon est dans une relation déterminée avec celui ε_1 de la face du mur sur la verticale, il donne des solutions exactes pour ce cas très-étendu, et approchées pour les autres.

» M. Rankine, dans un Mémoire de 1856 (*On Stability of loose Earth*, aux *Trans. Phil.*, 1857), dont M. Levy n'avait point connaissance, non plus que des passages de l'*A Manual of applied Mechanics* (London, 1861) qui traitent du même sujet, était arrivé a une partie des mêmes formules, mais en se basant sur le *principe de moindre résistance*, donné comme théorème nouveau de statique par Moseley, en octobre 1833, au *Philosophical Magazine*, et reproduit en 1843 dans ses *Principles of Enginery and Architecture*. Ce principe, tel qu'il l'a énoncé, consisterait en ce que « lorsqu'un » groupe de forces est en équilibre et qu'il s'y trouve un certain nombre » de réactions ou de *résistances*, chacune de ces dernières est un minimum » eu égard aux conditions dans lesquelles se trouve le système entier. » Moseley n'en donne qu'une raison confuse : mais M. Rankine, et ensuite M. Scheffler (**), ont dégagé la pensée de l'illustre Correspondant de l'Insti-

(*) *Compte rendu* du 7 février, t. LXX, p. 217. *Voir* aussi p. 229; et 14 février, p. 281, et aussi 4 avril, p. 717.

(**) *Traité de la stabilité des constructions*, Brunswick, 1857, traduit par M. Fournié, 1864.

tut. Le premier remarque que les réactions ou forces *passives* sont développées, pendant un temps très-petit mais fini, comme *effets* des forces *actives* en jeu, telles que la pesanteur; qu'elles s'accroissent ainsi successivement lorsque celles-ci entrent en action et que lorsqu'elles sont arrivées à les contre-balancer, elles n'ont plus de raison d'augmenter en grandeur; d'où il suit que, dans les cas nombreux où les six équations d'équilibre de la statique ne déterminent pas toutes les réactions, il y a lieu de prendre, parmi tous leurs groupes possibles, celui où elles ont le moins d'intensité. Au reste, le savant Ingénieur-professeur pense aujourd'hui que, plus généralement (et ce qui donne la même chose dans les cas simples), c'est le *travail* total de ces réactions ou résistances, pour une rupture infiniment petite de l'équilibre, qui doit être un minimum. M. Scheffler développe davantage cette sorte de considération, et modifie d'une autre manière la conclusion pour la rendre plus générale : ce sont, suivant lui, les composantes des réactions, perpendiculairement à la résultante générale des forces actives, c'est-à-dire leurs *composantes horizontales*, puisque celles-ci ne sont ordinairement que les poids des parties, qui doivent être les moindres possible. Et comme il observe que le principe n'a de puissance que pour diminuer l'indétermination laissée par l'ignorance où l'on est encore de la distribution des actions moléculaires, ou pour resserrer les limites dans lesquelles on peut faire varier les réactions inconnues, il l'énonce ainsi : « Parmi les groupes possibles de réactions dont les composantes horizontales sont parallèles à des lignes données, celui-là seul peut se réaliser pour lequel ces composantes deviennent simultanément minimum. »

» Une note du § 2, ch. Ier, du livre de M. Scheffler, en énonçant où réside *le nœud* de la démonstration, montre qu'il suppose que quelques-uns des appuis sont sur le point de céder, et, aussi, qu'il considère, comme M. Rankine, les actions entre molécules comme s'étant développées successivement quoique sans vitesse sensible; en sorte que le système ne pourrait, dit-il, arriver à de fortes réactions sans passer par de plus petites, auxquelles il doit se tenir si elles suffisent à l'équilibre. L'exemple le plus simple qu'il donne (§ 6) de l'application du principe montre bien encore que c'est un *équilibre-limite* que ce principe détermine : car il y est question de l'équilibre d'un coin pesant, soutenu par deux plans inclinés en contact avec ses faces; et la condition du minimum des réactions des deux plans, ou (ce qui donne la même chose) du minimum de leurs composantes horizontales, conduit à ce que leurs directions fassent, avec les normales aux plans, les angles les plus grands qu'il est possible de leur donner sans

que l'équilibre cesse d'avoir lieu, c'est-à-dire des angles égaux à ceux des frottements contre ces plans, comme si l'un des deux plans, au lieu d'être fixe, avait cédé infiniment peu à la pression du coin, et déterminé ainsi des frottements sur tous les deux.

» M. Rankine, en appliquant donc ce principe de Moseley à des terres sans cohésion, formant un *massif indéfini* terminé seulement en haut par un plan ou horizontal ou incliné, donne comme condition de son équilibre que, partout, il y ait deux faces intérieures sur lesquelles la pression fasse, avec leurs normales, un angle égal à celui φ du frottement de terre contre terre. C'est ce qu'on peut voir être une conséquence de ce principe, sans recourir aux remarquables écrits de M. Rankine, en se servant des formules (9), (10) et (11) de ma Note du 7 février (aux *Comptes rendus*, t. LXX, p. 233) (*).

» Mais je ne puis penser que cela soit généralement nécessaire à l'équilibre du massif indéfini, ni que les pressions intérieures s'y règlent toujours de cette manière. Si le plan supérieur est ou horizontal ou incliné sur l'horizon d'un angle moindre que φ, ce massif n'est nullement sur le point d'éprouver des glissements ou de s'ébouler; il peut même, sans que semblable chose arrive, recevoir une charge de nouvelles terres, offrant en haut une inclinaison plus forte, pourvu qu'elle n'excède toujours pas φ. On ne doit supposer de pareilles pressions intérieures que si le massif à surface peu inclinée, au lieu d'être indéfini, se trouve soutenu par un mur n'ayant que le juste poids nécessaire pour ne pas être renversé, car ces pressions

(*) En effet ce qui y est appelé σ^2 peut, en écrivant Φ au lieu de φ, être mis sous la forme

$$\sigma^2 = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{\cos^2\Phi}{\cos^2\omega}}}{1 + \sqrt{1 - \frac{\cos^2\Phi}{\cos^2\omega}}},$$

ω étant l'angle du talus supérieur avec l'horizon, et Φ n'étant encore que l'angle de la plus grande inclinaison, quelle qu'elle soit, de la pression intérieure sur la normale à la face où elle s'exerce. Il est facile de voir, en partant de ces formules supposées représenter les valeurs des composantes de pressions, que, sur une face intérieure quelconque, la pression résultante, qui peut être considérée comme *une réaction*, est à son minimum quand σ^2 y est lui-même : or σ^2 est à son minimum quand on donne à $\cos\Phi$ sa plus petite valeur, ou à Φ sa valeur maximum qui est l'angle φ de terre coulante ou de frottement de terre contre terre. L'application du principe de Moseley à un massif, *même sans mur*, donnerait donc constamment, pour les pressions intérieures, les expressions (9) et (10), qui, dans le fait, sont vraies seulement dans le cas que spécifie la suite de la Note de février.

sont celles dont un renversement infiniment petit déterminerait le développement.

» Même les formules citées ne donnent, comme le dit très-bien M. Levy, exactement les composantes de pressions intérieures, que si la face postérieure du mur est justement parallèle à l'une de ces deux faces de pression la plus oblique, ce qui revient à ce que l'angle ε_1 de l'inclinaison qu'elle a sur la verticale soit, avec l'angle ω d'inclinaison du talus supérieur sur l'horizon, dans la relation [équation (13) de la Note du 7 février] qui est spécifiée à son Mémoire, et qu'on trouve aussi, dans un autre objet, à celui de M. Rankine. Pour tout autre cas, les formules ne donnent qu'une approximation.

» La différence principale entre la théorie de M. Levy et celle qui se fonde sur le principe de Moseley est, ainsi, que celle-ci tend à donner comme exactes des formules de poussée que l'autre présente, avec raison, comme étant, dans le cas général, simplement approchées, et devenant exactes pour une certaine relation seulement entre les inclinaisons du talus des terres et de la face postérieure du mur, mais ne faisant jamais erreur, comme on a dit, que dans un sens favorable à la sûreté du parti à prendre.

» Comme une pareille distinction m'a paru essentielle, j'ai cru devoir donner ce complément à mes précédentes Notes sur le même sujet (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés platiniques des bases phosphorées; par* **MM. A. Cahours** *et* **H. Gal.**

« On rencontre dans le règne animal une substance de nature basique, cristallisable, et susceptible de former des combinaisons nettement cristallisées, qui, concentrée dans certaines parties de l'organisme, ne s'y trouve jamais qu'en proportions très-minimes. Signalée pour la première fois par Strecker dans la bile, et retrouvée plus tard par lui dans le jaune d'œuf, elle reçut le nom de *choline*. Retirée postérieurement du cerveau par M. Liebreich, elle fut désignée sous le nom de *névrine*.

» Ce composé, dont on a pareillement constaté l'existence dans le sang, dans le lait, dans le foie, paraît également exister dans le régne végétal, du moins MM. de Babo et Hirsbrunn ont retiré de la graine de moutarde

---

(1) J'ajoute que M. Levy a présenté, comme on a pu voir, avec diverses considérations neuves, des expressions de la poussée s'appliquant à des murs ayant des inclinaisons quelconques, tandis qu'il n'en avait été donné que pour un mur à face postérieure verticale.

une substance à laquelle ils donnèrent le nom de *sinkaline*, dont la composition et les propriétés présentent l'identité la plus complète avec celle de la choline.

» Reproduit artificiellement par M. Wurtz au moyen de l'action réciproque de la triméthyliaque et de la chlorhydrine du glycol, ce produit intéressant serait une base ammoniée résultant de l'accouplement de la triméthyliaque avec l'oxyméthyle.

» Un composé phosphoré présentant l'analogie la plus complète avec la choline avait été, plusieurs années auparavant, obtenu par M. Hofmann par l'action réciproque de la triméthylphosphine et du produit alcalin résultant du traitement du bromure de triéthylphosphonium brométhylique par l'oxyde d'argent.

» M. Liebreich ayant récemment obtenu par l'action de certains agents oxydants sur la névrine une base suroxygénée qu'il a reproduite artificiellement en faisant agir la triméthyliaque sur l'acide monochloracétique, nous avons institué des expériences en vue de reproduire dans la série des phosphines des combinaisons analogues à celles qui ont été signalées dans la série des bases ammoniées.

» Nous avons donc fait agir dans des tubes scellés, à la température du bain-marie, des mélanges de triéthylphosphine et d'acide monochloracétique, de triéthylphosphine et d'éther monochloracétique. Une action assez vive se produit dans les deux cas et bientôt ces mélanges se prennent en une masse très-nettement cristallisée. L'excès d'acide ou d'éther monochloracétique, qu'à dessein nous avions employé en proportions plus considérables qu'il n'était nécessaire, ayant été éliminé, nous avons traité le produit de la réaction par une solution aqueuse de bichlorure de platine.

» Le produit de l'action de l'éther monochloracétique donne de fort belles écailles jaune-orangé peu solubles dans l'eau, presque insolubles dans l'alcool et l'éther. Ce produit, qu'on peut facilement obtenir à l'état de pureté, peut-être considéré comme résultant de l'accouplement de la triéthylphosphosphine avec l'éther monochloracétique.

» L'acide monochloracétique libre fournit dans les mêmes circonstances de fines aiguilles jaune-orangé, mais, dans ce cas, surtout lorsqu'on fait bouillir la liqueur pendant quelques minutes, et que cette dernière renferme un léger excès de triéthylphosphine, on voit se former une petite quantité d'un produit jaune très-stable renfermant du platine. Ayant obtenu ce composé d'une manière constante dans plusieurs préparations, nous eûmes

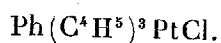
la pensée qu'il pourrait bien provenir de l'action réciproque de la triéthylphosphine et du bichlorure de platine.

» Dans le but de vérifier cette supposition, nous introduisîmes dans une capsule renfermant une solution aqueuse de bichlorure de platine, un léger excès de triéthylphosphine et nous portâmes la liqueur à l'ébullition. Le précipité rougeâtre qui s'était formé tout d'abord disparut bientôt, et par la concentration de la liqueur il se sépara des cristaux d'un jaune clair. Ces derniers que l'alcool bouillant dissout en assez forte proportion, et qui sont à peine solubles dans ce liquide à la température ordinaire, se séparent, par le refroidissement, d'une liqueur saturée à la température de l'ébullition sous la forme de beaux prismes jaunes de soufre et très-friables. Ce produit se dissout assez bien dans l'éther et s'en dépose par une évaporation très-lente sous la forme de prismes volumineux durs, d'une belle couleur de succin et d'une transparence parfaite. Il résulte de l'examen de cette substance que nous devons à l'obligeance de M. Des Cloizeaux, que les cristaux peuvent être rapportés à un prisme rhomboïdal oblique de 92° 30′, dans lequel la base fait avec les faces latérales un angle de 112° 30′. Ce produit paraît avoir une tendance à l'hémiédrie que M. Des Cloizeaux se propose de vérifier attentivement.

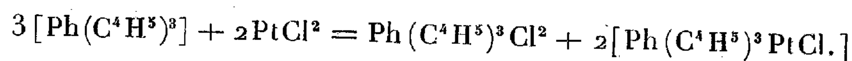
» Indépendamment des cristaux précédents, il se forme toujours, quelquefois en très-faibles proportions, dans d'autres circonstances en quantités assez considérables, une substance blanche qu'on peut facilement séparer du produit précédent au moyen de l'éther, dans lequel elle est insoluble, tandis que les cristaux jaunes s'y dissolvent facilement.

» Une fois maîtres d'un procédé de préparation et de purification de la substance jaune, il ne nous restait plus qu'à en faire l'analyse, afin de nous éclairer sur sa constitution et de pouvoir nous expliquer sa production par l'action réciproque des substances mises en présence.

» Le produit jaune qui résulte, ainsi que nous venons de le voir, de l'action réciproque de la triéthylphosphine pure et du bichlorure de platine présente une composition simple qu'on peut exprimer par la formule


$$\mathrm{Ph(C^4H^5)^3PtCl}.$$

» Sa génération, au moyen de substances réagissantes, s'explique de la manière la plus nette. En effet, on a


$$3[\mathrm{Ph(C^4H^5)^3}] + 2\mathrm{PtCl^2} = \mathrm{Ph(C^4H^5)^3Cl^2} + 2[\mathrm{Ph(C^4H^5)^3PtCl}.]$$

» Les analyses de ce composé, dont nous allons donner le détail, justi-

fient pleinement, ainsi qu'on va le voir, la formule que nous avons adoptée.

I. $0^{gr},518$ de matière ont donné $0^{gr},277$ d'eau et $0^{gr},535$ d'acide carbonique.

II. $0^{gr},220$ du même produit ont donné $0^{gr},122$ de chlorure d'argent, soit 0,0302 de chlore.

III. $0^{gr},470$ du même produit ont donné $0^{gr},181$ de platine métallique.

IV. $0^{gr},459$ d'un second échantillon ont donné $0^{gr},250$ d'eau et $0^{gr},474$ d'acide carbonique.

V. $0^{gr},398$ du même produit ont donné $0^{gr},150$ de platine métallique.

VI. $0^{gr},495$ du même composé nous ont donné $0^{gr},281$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},0695$ de chlore.

VII. $0^{gr},436$ de matière ont donné $0^{gr},169$ de platine métallique.

VIII. $0^{gr},283$ de matière ont donné $0^{gr},149$ d'eau et $0^{gr},295$ d'acide carbonique

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone.....	28,15	»	»	28,05	»	»	»	28,43
Hydrogène...	5,92	»	»	6,12	»	»	»	5,86
Phosphore...	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore......	»	13,74	»	»	»	14,05	»	»
Platine......	»	»	38,51	»	37,69	»	38,75	»

et s'accordent avec la formule précédente.

» En effet, on a

C^{12}...............	72,0	28,63
H^{15}...............	15,0	5,96
Ph...............	31,0	12,33
Cl...............	35,5	14,11
Pt...............	98,0	38,97
	251,5	100,00

» La petite différence qu'on observe en moins relativement au platine, dans l'analyse n° V, tient à ce que, malgré que nous ayons eu la précaution de calciner le sel après l'avoir additionné de carbonate de soude, il y a eu encore une petite perte de platine due à la volatilisation d'une trace d'une combinaison phosphorée de ce métal dont il est très-difficile d'empêcher entièrement la formation.

» En faisant agir une dissolution du composé précédent dans l'alcool absolu sur une dissolution alcoolique de bromure et d'iodure de potassium, de sulfhydrate et d'acétate de potasse, on voit se déposer graduellement du chlorure de potassium, tandis que, par l'évaporation de la dissolution alcoolique surnageante, on obtient des composés très-nettement cristal-

lisés, dans lesquels le chlore du sel jaune se trouve remplacé par du brome, de l'iode, etc.

» Le bromure forme des prismes très-brillants d'un jaune vif. L'iodure se sépare sous la forme de prismes orangé clair. Le sulfhydrate donne de longues aiguilles transparentes d'un jaune de succin, tandis que le sulfure se présente sous la forme d'une masse poisseuse.

» Quant à l'acétate, il forme de beaux prismes transparents, assez volumineux, qui sont complétement incolores.

» La constitution du corps jaune étant ainsi fixée, nous avons recherché quelle pouvait être celle du corps blanc.

» Le corps jaune, insoluble dans l'eau pure, s'y dissout immédiatement lorsqu'on y ajoute de la triéthylphosphine. Si la proportion d'eau employée est faible et qu'on évapore rapidement la solution, il se sépare des cristaux aiguillés qui, même après la dessiccation, présentent une certaine mollesse. Reprise par l'eau froide aussitôt après sa préparation, cette substance s'y dissout entièrement. Abandonnée pendant quelque temps à elle-même, elle ne s'y dissout plus que partiellement, laissant un abondant résidu blanc cristallin. Il en est de même lorsqu'on maintient la dissolution précédente en ébullition pendant quelque temps. On voit encore ici se séparer une substance blanche cristalline identique à la précédente, soluble comme elle dans l'alcool bouillant et s'en séparant par le refroidissement sous la forme de petits prismes. Ce composé, qui ne diffère en rien de celui dont nous avons signalé la formation dans l'action réciproque de la triéthylphosphine et du bichlorure de platine, possède la même composition que le corps jaune, ainsi que l'établissent les analyses suivantes :

I. $0^{gr},408$ d'un premier produit ont donné, par la combustion avec l'oxyde de cuivre, $0^{gr},222$ d'eau et $0^{gr},424$ d'acide carbonique.

II. $0^{gr},419$ du même produit ont donné $0^{gr},162$ de platine métallique.

III. $0^{gr},345$ du même échantillon ont donné $0^{gr},194$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},048$ de chlore.

IV. $0^{gr},331$ d'un second échantillon ont fourni par la combustion $0^{gr},177$ d'eau et $0^{gr},341$ d'acide carbonique.

V. $0^{gr},436$ d'un troisième échantillon ont donné par la combustion $0^{gr},237$ d'eau et $0^{gr},453$ d'acide carbonique.

VI. $0^{gr},414$ du même produit ont donné $0^{gr},157$ de platine métallique.

VII. $0^{gr},464$ d'un quatrième échantillon ont donné par la combustion $0^{gr},250$ d'eau et $0^{gr},484$ d'acide carbonique.

VIII. $0^{gr},299$ du même produit ont donné $0^{gr},170$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},042$ de chlore.

résultats qui, traduits en centièmes, conduisent aux nombres :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone........	28,39	»	»	28,34	28,33	»	28,45	»
Hydrogène......	6,04	»	»	5,92	6,03	»	5,98	»
Phosphore......	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore........	»	»	13,91	»	»	»	»	14,08
Platine........	»	38,66	»	»	»	37,93	»	»

qui s'accordent avec la formule



$$Ph(C^4H^5)^3\,Pt\,Cl,$$

qui n'est autre que celle du corps jaune.

» Nous avons vu cette substance prendre naissance dans une circonstance qui éclaire singulièrement sa formation. Ayant dissous le corps jaune dans de l'éther anhydre et ayant ajouté de la triéthylphosphine goutte à goutte, afin de déterminer la formation de la combinaison soluble, nous avons vu se séparer un précipité cristallin d'un beau blanc. Ce dernier, que ni l'éther ni l'eau ne dissolvent, se dissout facilement dans l'alcool bouillant et s'en sépare par un refroidissement lent sous la forme de prismes identiques aux précédents et par la composition et par les propriétés.

» Ainsi le composé blanc n'est qu'une modification isomérique du corps jaune, déterminée par le contact de la triéthylphosphine avec ce dernier. C'est ce qui explique comment, suivant qu'on emploie plus ou moins de triéthylphosphine dans la préparation du corps jaune, on n'obtient tantôt presque exclusivement que ce dernier, et tantôt des mélanges dans lesquels le corps blanc peut prédominer.

» Nous avons en outre démontré synthétiquement que le corps jaune résulte de l'accouplement de la triéthylphosphine et du protochlorure de platine par l'union directe de ces deux corps, ce qui exige toutefois certaines précautions.

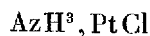
» Le corps jaune et le corps blanc absorbent chacun une molécule de brome. Le composé bromé formé par le premier de ces produits se présente sous la forme de petits cristaux d'un rouge orangé très-riche que l'alcool dissout à peine, même à la température de l'ébullition.

» L'iode se comporte, à l'égard de ces corps, de la même manière que le brome et donne des produits qui cristallisent en longues aiguilles jaunes d'aspect soyeux.

» Enfin lorsqu'on chauffe le corps jaune dans des tubes scellés à la

lampe avec des solutions alcooliques d'ammoniaque normale et de diverses ammoniaques composées, on obtient de beaux produits cristallisés que nous nous proposons d'étudier.

» La composition fort simple des produits précédents est telle qu'on peut les considérer comme les analogues du sel vert de Magnus,



$$AzH^3, PtCl$$

dans lequel la triéthylphosphine remplacerait l'ammoniaque. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats de quelques observations spectrales du Soleil.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le Soleil est, depuis quelque temps, dans une période d'activité extraordinaire : le nombre des taches et des facules est très-considérable, et, si la saison n'était pas si contraire, on aurait des occasions très-favorables pour des études intéressantes de l'atmosphère solaire. Je vais exposer quelques recherches faites dans le peu de beaux jours que nous ayons eus depuis bien longtemps.

» On connaît maintenant deux manières de faire l'observation des protubérances solaires; chacune d'elles a ses avantages. L'une consiste à employer une image solaire agrandie et une fente étroite; l'autre, une image petite et une fente élargie. La seconde méthode fait connaître la forme des protubérances, pendant que l'autre est plus propre à faire l'analyse des raies différentes.

» L'image solaire directe, dans notre équatorial, a environ 40 millimètres de diamètre, et, la fente pouvant s'ouvrir jusqu'à un millimètre, on peut voir directement la forme des proéminences qui n'excèdent pas 40 à 50 secondes de hauteur. Les plus grandes doivent être étudiées par sections; mais, par leur largeur, elles donnent une facilité considérable pour en reconnaître la forme, ce que ne permettent pas les lignes plus étroites de l'autre méthode. Cependant, avec la fente élargie, on ne réussit pas facilement à voir l'épaisseur de la chromosphère lorsque la fente est perpendiculaire au bord, excepté dans les points où elle est très-élevée, pendant que l'on peut la voir et la mesurer très-bien avec l'image agrandie.

» Avec la fente élargie à 40 secondes, et placée parallèlement au bord, on voit la couche chromosphérique comme un filet rouge très-brillant; sur ce filet, se relèvent de petites proéminences, qui ressemblent, par leurs formes, aux flammes qu'on voit le soir dans nos campagnes lorsqu'on brûle

les chaumes après les moissons. Les protubérances se distinguent par une lumière plus vive et ordinairement bien plus élevée.

» Le 4 de ce mois a été assez remarquable par l'entrée sur le bord du disque d'une grande tache, qui était couronnée par une protubérance très-vive, et surmontée par un nuage très-brillant, qui ne paraissait offrir aucune connexion avec le bord. Ce nuage était très-brillant, et composé de trois corps juxtaposés et allongés. Il persista, avec de petits changements de forme, depuis 9 heures du matin jusqu'à 3 heures du soir, heure à laquelle j'en fis la dernière observation, et le jour suivant on en voyait encore trace, malgré que la rotation l'eût transporté vers l'observateur.

» Le 4, il était éloigné du bord, de plus d'une minute encore, ce qui en rendait l'observation très-frappante, surtout avec l'image agrandie. Son sommet était à plus de 2 minutes du bord solaire : le jour suivant 5, il en était éloigné seulement de quelques secondes, mais évidemment cette diminution de distance était due à la projection.

» Le nuage était accompagné au-dessous d'une chromosphère très-vive ; les raies de l'hydrogène pénétraient dans le disque solaire, et apparaissaient très-vives sur les facules qui divisaient ses noyaux.

» La vive lumière de cette protubérance était comme étincelante et présentait le phénomène remarqué jadis par M. Lockyer et vérifié souvent par moi, que la raie C paraissait double. Elle était, de temps en temps, accompagnée d'une raie plus fine et plus réfrangible, éloignée d'une quantité égale à sa propre largeur. Quelquefois je l'ai vue triple. Ce résultat me fit soupçonner que le doublement lui-même pouvait être une illusion, due au mouvement oscillatoire produit par l'air atmosphérique terrestre. Ayant alors enlevé l'appareil grossissant et regardé l'image directe de la lunette, je vis la ligne même de la chromosphère se doubler et se tripler, de sorte qu'il ne pouvait plus rester de doute sur l'origine du phénomène.

» Mais, pour m'en assurer davantage, je fis éclater devant la fente du spectroscope, à la plus petite distance possible, une étincelle d'induction entre deux fils de magnésium, disposés de manière que l'étincelle fût instable et changeât de place, ce qu'il est facile d'obtenir. Je constatai alors que les raies du magnésium se déplaçaient sensiblement par rapport à un repère fixé dans le champ de la lunette, toutes les fois que l'étincelle se déplacait brusquement. Si ce mouvement était rapide, ces raies se doublaient, comme la raie C des protubérances solaires.

» C'est à ces mouvements de l'air qu'on doit aussi attribuer les vibrations rapides des petites flammes de la chromosphère, qui, quelquefois, parais-

sent s'élancer du côté intérieur du disque, ce qui serait peut-être impossible.

» Mais le nuage et la protubérance en question nous présentèrent encore un phénomène plus intéressant, qui s'est produit maintes fois et n'est pas encore expliqué d'une manière satisfaisante. En la regardant avec l'image agrandie, on vit toute la ligne brillante rouge se projeter, non pas sur la raie noire de l'atmosphère extérieure au bord solaire, mais tout entière sur le côté lumineux plus réfrangible, laissant une ligne noire du côté du rouge extrême. C'était comme si la raie C eût eu une réfrangibilité plus grande que la raie noire qu'on voyait dans le champ extérieur au bord solaire.

» Nous étions donc en face d'un de ces mystérieux changements de réfrangibilité qu'on a expliqués par le transport et par la force de projection de la matière solaire lancée avec une vitesse énorme.

» Mais, en réfléchissant bien cette fois, je conçus des doutes sur cette explication. En effet, pour produire le déplacement observé, qui était d'au moins $\frac{1}{10}$ de la distance entre D′ et D″ du sodium, ce nuage aurait dû parcourir au moins 300 kilomètres par seconde; or, comme on ne voyait là aucun jet qui alimentât cette masse, comment imaginer une telle vitesse de projection? Et, de plus, comment concilier cette hypothèse avec la position relativement à la tache, qui était restée la même au moins pendant six heures? Pour admettre tout cela, il fallait admettre une foule de circonstances très-improbables, sinon impossibles, ce qui exigeait au moins une extrême réserve.

» Un peu de réflexion m'a montré qu'il n'y avait là autre chose qu'une conséquence nécessaire de la rotation du Soleil. En effet, cet astre, près de l'équateur, parcourt en un jour un angle de 864 minutes, c'est-à-dire 36 minutes par heure, ou 36 secondes dans une minute de temps, ce qui fait un arc de 0″,6 dans une seconde de temps. Or une seconde d'arc sous-tend sur le Soleil 716 kilomètres, de sorte que l'espace parcouru par un point équatorial dans une seconde de temps est 429 kilomètres.

» Or, il ne faut pas une vitesse plus grande pour changer la réfrangibilité des raies spectrales, d'une quantité très-sensible aux instruments modernes. Le nuage en question n'était pas proprement à l'équateur, mais, comme il était très-élevé, il y avait bien compensation. Sa position étant au bord solaire qui se mouvait vers l'observateur, la cause agissait avec toute son influence, pour raccourcir les ondes lumineuses et pour augmenter la réfrangibilité.

» Si cette explication était juste, il fallait trouver que les raies se dépla-

çaient en sens opposé du côté du bord solaire qui s'éloigne. C'est ce que j'ai cherché à vérifier, et, quoique la chose soit très-délicate, j'y ai réussi. Le 5, en observant avec une fente assez élargie le bord solaire (la fente étant parallèle au bord), on voyait la ligne brillante de la chromosphère qui paraissait comme un filet garni de franges : cette ligne brillante se portait du côté du jaune, en laissant un filet noir du côté du rouge, lorsqu'on visait au bord équatorial entrant; elle se portait du côté du rouge, en laissant un filet noir du côté du jaune, lorsqu'on regardait le bord sortant, c'est-à-dire celui qui s'éloigne de l'observateur.

» Pour bien comprendre le mécanisme de ce déplacement, il faut se rappeler que, lorsqu'on regarde avec la fente élargie, la raie C au dehors du Soleil ne disparaît pas du tout, mais paraît comme une bande assez élargie, et dont la lumière principale est due à l'illumination de notre propre atmosphère, qui a naturellement un spectre avec les raies à leur place ordinaire. La couche chromosphérique, qui est moins large que la fente (10 secondes environ), se projette sur cette bande noire, comme une ligne brillante, mais elle se trouve placée à droite ou à gauche selon le déplacement dû à son mouvement de translation, qui change un peu la réfrangibilité des rayons. Au pôle, elle paraît sensiblement au milieu.

» Il faut ajouter cependant que le fait n'est pas facile à observer, et que les franges dont la chromosphère est garnie cachent souvent le filet noir très-mince, lorsqu'il se projette du côté de leurs expansions. Il faut encore que le spectroscope soit puissant. J'ai employé trois prismes très-dispersifs.

» Au fond, le fait est connu et constaté par plusieurs observateurs en différentes circonstances, et il me semble que l'explication donnée est conforme aux théories reçues.

» Enfin c'est peut-être encore aux mouvements apparents qu'il faut attribuer les lignes courbes qu'on a observées dans les raies des protubérances, car ce phénomène s'est présenté encore à moi dans l'étincelle électrique; mais, sur ce point, je suspendrai pour le moment mon opinion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'utilisation des produits secondaires obtenus dans la fabrication du chloral pour la préparation des éthylamines en grand; par* **M. A.-W. Hofmann.**

« Depuis que j'ai réussi (1) à préparer les ammoniaques éthylées au moyen des iodure et bromure éthyliques, on a essayé, à plusieurs re-

(1) Hofmann, *Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXII, p. 159.

prises, de remplacer ces derniers par d'autres agents. On devait naturellement songer à leur substituer le chlorure éthylique, non-seulement parce que le chlore est une substance plus commune, mais encore parce que son poids atomique est moins élevé et que l'insolubilité plus grande du chlorure ammonique dans l'alcool, comparée à celle des bromure et iodure correspondants, promettait une séparation plus facile et plus complète de l'ammoniaque d'avec ses dérivés éthyliques.

» M. Stas (1) fut le premier à expérimenter la réaction du chlorure éthylique sur l'ammoniaque. Il observa qu'en dissolvant le chlorure éthylique dans de l'éther saturé de gaz ammoniaque, il se dépose, au bout de quelque temps, de beaux cristaux d'hydrochlorate d'éthylamine.

» Plus tard, M. C.-E. Groves (2) étudia plus à fond, dans mon laboratoire, l'action du chlorure éthylique sur l'ammoniaque. Il trouva qu'en chauffant à 100 degrés, pendant six à sept heures, un mélange de chlorure éthylique avec trois fois son volume de solution concentrée de gaz ammoniac dans l'alcool, il se forme surtout de l'hydrochlorate d'éthylamine à côté de petites quantités d'hydrochlorate de diéthylamine et de chlorure de tétréthylammonium. Je ne sais si ces expériences ont été reprises par d'autres chimistes, mais jusqu'ici on n'a rien publié qui aurait pu engager à substituer le chlorure éthylique aux bromure et iodure correspondants, dont on avait si souvent éprouvé les bons services.

» Dans ces derniers temps, j'ai dû chercher les moyens de me procurer une quantité assez notable d'éthylamine, pour la continuation de mes recherches sur l'huile de moutarde éthylée. Un concours particulier de circonstances me détermina à essayer de nouveau la préparation des ammoniaques éthylées par la réaction de chlorure éthylique sur l'ammoniaque.

» Les observations intéressantes de M. O. Liebreich sur les effets physiologiques de l'hydrate de chloral en ont provoqué rapidement la fabrication industrielle sur une échelle considérable. Un assez grand nombre de Communications relatives à l'industrie nouvelle du chloral ont été faites; mais ces Communications ont eu rapport surtout à la préparation et aux propriétés du chloral, et jusqu'ici l'on n'a guère fait attention aux produits secondaires de cette préparation. M. Gustave Kramer, qui s'occupe de la fabrication en grand du chloral, a le premier attiré mon attention sur la quantité assez notable de produits secondaires renfermant beaucoup de

(1) Stas, *Traité de Chimie de* Kekulé, t. I, p. 455.
(2) Groves, *Chem. Soc. Q. J.*, t. XIII, p. 341.

chlorure éthylique, qu'on obtient en préparant le chloral. Dans la fabrique de M. E. Schering, on en a condensé, surtout pendant les journées froides du dernier hiver, un certain nombre de kilogrammes, et, grâce à l'obligeance de ces Messieurs, j'ai eu des quantités considérables de ce produit intéressant à ma disposition.

» Le produit brut, sur lequel j'ai pu opérer, constituait un liquide incolore, limpide, insoluble dans l'eau, dont il gagne le fond, et d'un point d'ébullition tellement bas qu'il suffit du contact de la main pour la déterminer.

» Les vapeurs qui s'en dégagent en abondance sont inflammables et brûlent avec une flamme fuligineuse bordée de vert. En rectifiant ce liquide, il commence à bouillir entre 17 et 18 degrés : le point d'ébullition s'élève lentement à 30 et 32 degrés, où il reste stationnaire pendant quelques instants, puis il monte rapidement jusqu'à 50 degrés, température à laquelle presque tout avait distillé. Si l'on continue la distillation il ne reste, à 100 degrés, qu'une petite quantité d'une matière cristalline dans l'alambic.

» J'étais curieux de voir jusqu'à quel point ce produit pourrait être utilisé pour la préparation des bases éthylées. Dès les premiers essais, pour lesquels M. Hobrecker m'a prêté un concours actif et intelligent, les résultats furent si favorables, que je les crois dignes de l'attention de l'Académie.

» Pour la préparation des bases éthylées, on traite en vases clos à 100 degrés les produits secondaires les plus volatils de la préparation du chloral (condensées par de bons mélanges réfrigérants), avec une forte solution d'ammoniaque dans l'alcool. J'opérais d'abord dans des vases de fonte émaillés, mais ayant remarqué que dans ces circonstances le fer était à peine attaqué, j'ai fait usage plus tard d'un digesteur non émaillé en tôle forte. Le couvercle du digesteur était assujetti au moyen de vis et l'on y introduisait les liquides par une petite ouverture également à obturateur à vis.

» Cette même ouverture servait également pour laisser écouler du digesteur les produits de la réaction. Au lieu de solution alcoolique on pourrait aussi se servir de solution aqueuse d'ammoniaque; mais la réaction est plus lente et le vase en fer se trouve dans cette circonstance fortement attaqué. Dans ce dernier cas on observe toujours la formation d'un peu d'alcool. Il est cependant probable qu'en employant la solution alcoolique ammoniacale, il y a également production d'une certaine quantité d'alcool et même

d'éther aux dépens du chlorure éthylique. Même à la température ordinaire il y a réaction entre le mélange du chlorure éthylique et l'ammoniaque aqueux ou alcoolique, mais elle est excessivement lente. Quelques expériences préliminaires démontrèrent qu'en mélangeant les produits secondaires de la préparation du chloral avec trois fois leur volume d'alcool de 95 degrés bien saturé d'ammoniaque à zéro, on obtient des résultats satisfaisants. Mon digesteur avait une capacité de 5 litres; on y introduisait 500 centimètres cubes de mélange de chlorures et 1500 centimètres cubes de la solution alcoolique ammoniacale. Après une heure de digestion au bain-marie, la réaction était achevée. Le produit peu coloré, mais qui présentait encore une forte réaction ammoniacale, après refroidissement, fut filtré pour le débarrasser d'une quantité considérable d'hydrochlorate d'ammoniaque cristallisé. Le liquide filtré fut ensuite distillé au bain-marie. Les premières portions condensées laissèrent déposer, par l'addition d'eau, une quantité encore notable d'un liquide huileux lourd, renfermant évidemment des chlorures éthyliques plus chlorés, mais ne contenant plus d'éther hydrochlorique, comme je pus de suite le remarquer d'après l'observation de leur point d'ébullition. Les produits distillés, condensés plus tard, consistent en une solution alcoolique faible d'ammoniaque : on n'a qu'à les saturer de nouveau d'ammoniaque pour les faire servir à une seconde préparation analogue. Dès que la distillation au bain-marie touche à sa fin, on verse le liquide de la cornue dans une capsule qu'on chauffe d'abord au bain-marie, puis directement à une température un peu plus élevée pour chasser les dernières traces d'alcool.

» Par refroidissement on obtient une masse cristalline fibreuse des hydrochlorates d'éthylamines, ne renfermant comparativement que très-peu de sel ammoniac.

» Par l'addition d'une solution concentrée de soude caustique, ces hydrochlorates sont décomposés et il se rassemble, à la surface de la solution aqueuse sodique, une couche huileuse d'un mélange d'éthylamine, de diéthylamine et de triéthylamine, tandis qu'il se volatilise une petite quantité d'ammoniaque.

» On sépare la couche huileuse au moyen d'un entonnoir et on la fait couler dans un vase renfermant de la soude caustique fondue, où elle se déshydrate complétement au bout de douze heures.

» Le liquide déshydraté, incolore et limpide fournit par distillation de l'éthylamine, de la diéthylamine et de la triéthylamine, en quantités sensiblement égales.

» L'ébullition commence déjà à 20 degrés; le point d'ébullition s'élève graduellement jusqu'à 108 degrés; mais déjà à 95 degrés presque toute la matière s'est volatilisée.

» On opéra en tout sur 5 litres des produits secondaires de la préparation du chloral et l'on en obtint, au moyen de 5 à 6 digestions, environ $1\frac{1}{2}$ litre d'un mélange d'éthylamine anhydre.

» Malheureusement encore cette fois, j'eus à constater l'exactitude de mes observations antérieures (1) sur l'impossibilité de séparer les trois bases éthylées par distillation fractionnée.

» Ce phénomène paraîtra certainement un peu étrange, si l'on considère qu'entre les points d'ébullition de l'éthylamine et de la diéthylamine, de même qu'entre ceux de la diéthylamine et de la triéthylamine, il y a un intervalle de température de près de 40 degrés.

» Pour parvenir à séparer ces bases, il faut suivre la méthode de séparation par l'éther oxalique, que j'ai déjà décrite antérieurement (2).

» Il ne serait cependant pas impossible qu'avec la quantité notable de bases actuellement à notre disposition, on parvînt à trouver des procédés de séparation plus simples. »

CHIRURGIE. — *De la suppression de la douleur après les opérations.* Note de M. Sédillot.

« Les malades peuvent subir toutes les opérations de la chirurgie dans un état d'insensibilité absolue; mais la douleur les attend à leur réveil, et l'on devait chercher à les en préserver. Les opiacés, les réfrigérants, le chloral ont été essayés, dans ce but, sans succès.

» *Cautérisation.* — La cautérisation potentielle, ignée, électrique (électrothermie, galvanocaustie), rend les surfaces traumatiques insensibles et exemptes d'accidents. Mais deux causes avaient empêché de l'ériger en méthode générale : 1° la confusion établie entre ses agents; 2° l'imperfection de ses procédés. Les *cautères potentiels,* ayant des effets mal limités, souvent très-lents et fort douloureux, étaient inapplicables. Les *cautères ignés* se prêtaient mieux aux opérations; mais leur refroidissement rapide, la nécessité de les renouveler, leur action superficielle en restreignaient l'emploi (*voir* la *Pyrotechnie* de Percy; les *Moxas* de Larrey; la *Cautérisation*

(1) Hofmann, *Lond. R. Soc. Proceed.*, t. XI, p. 66.
(2) Hofmann, *Lond. R. Soc. Proceed.*, t. XI, p. 66.

des foyers infectieux de Bonnet, et nos deux Communications à l'Académie des Sciences : *Sur la cautérisation ponctuée et la destruction des cancroïdes par le fer rouge*). M. Nélaton s'est servi de la flamme du gaz d'éclairage, dont les eschares manquent de profondeur. Nous voulons recourir à un jet de flamme produite par un mélange d'oxygène et d'hydrogène, mais on ne saurait en étendre beaucoup les applications. L'*électro-thermie* ou *cautérisation électrique* est le procédé le plus sûr et le plus puissant. On peut, à volonté, varier les degrés de la chaleur, la porter instantanément à la plus haute intensité, la diminuer ou la supprimer, la rendre intermittente ou continue, la diriger dans de profondes cavités, et détruire ou diviser tous les tissus en contact. Divers chirurgiens avaient déjà compris l'importance de l'électro-thermie, et nous avions été des premiers à en vanter les avantages et à en faire usage (voir *Gazette médicale de Strasbourg* du 20 mars 1850); mais c'est au professeur Midderdorpf, de Breslau, que revient l'honneur d'avoir construit un appareil et des instruments qui ne laissaient aucun doute sur les ressources de cette méthode (Midderdorpf; in-8°, avec planches; Breslau, 1854). Ceux qui, comme nous, y eurent recours ne réussirent pas immédiatement à produire des sections sèches. Il ne suffisait pas, comme l'avait indiqué Midderdorpf, de ne pas chauffer les cautères au-dessus du rouge-brun, pour éviter les pertes de sang. Après de nombreuses expériences, nous reconnûmes que la chaleur au rouge-blanc atteignait parfaitement ce but, quand on avait la précaution de diviser et de détruire les tissus avec une extrême lenteur. A partir de ce moment, nous pratiquâmes, sans hémorrhagie, de nombreuses opérations, et nous obtinmes de remarquables succès.

» *De l'insensibilité des plaies par l'électro-thermie.* — Les brûlures au troisième degré causent peu de douleur. Nous avons vu des personnes brûlées mortellement conserver, pendant quelques jours, de l'appétit, du sommeil, et l'espoir d'une prochaine guérison. Un ouvrier qui avait posé le pied dans un courant de fonte incandescente le retira carbonisé, sans en souffrir. Une jeune fille, dont les vêtements avaient pris feu, descendit quatre étages, affolée et en flammes, et fut complétement brûlée, des pieds au menton. Cependant les douleurs furent presque nulles pendant le peu de jours qu'elle vécut à la Clinique, et, après sa mort, la peau était sèche, tendue sans un pli, et donnait au corps l'aspect d'une statue d'airain. Cette indoloréité, qui est d'observation générale, s'explique par la destruction des nerfs. L'électro-thermie devait de même rendre des plaies insensibles, et l'on comprend comment les malades opérés par cette méthode, sous l'in-

fluence du chloroforme que nous employons *toujours*, n'accusent à leur réveil aucune douleur. Plus tard, du troisième au neuvième jour, commence une réaction inflammatoire, habituellement très-faible, et la fièvre manque ou est d'une courte durée.

» *De l'innocuité des plaies par l'électro-thermie.* — Les plaies couvertes d'eschares sont moins exposées aux contages et aux infections miasmatiques, putrides et purulentes que les plaies produites par instruments tranchants. De là la supériorité proclamée des premières sur les secondes. Les liquides ne s'extravasent ni ne s'altèrent, et le rétablissement, quoique artificiel, de la continuité des surfaces d'enveloppe et de protection favorise la reconstitution organique, dans les conditions si remarquablement heureuses des plaies sous-cutanées. Les pansements à l'alcool, le badigeonnage des plaies avec la teinture d'iode, les sels de fer, l'azotate d'argent, etc., n'ont pas d'autre but, et sont avantageusement remplacés.

» *Appareils et instruments de l'électro-thermie.* — On peut compter sur l'ingéniosité des physiciens pour tous les perfectionnements réclamés par l'expérience. On a déjà construit, à Vienne, chez Leiter, des appareils supérieurs à celui de Midderdorpf. On joindra, aux fils et aux lames de platine en usage, des supports fixes, des pas de vis propres à resserrer plus lentement les anses constrictives. On fabriquera des cautères coniques, pointus, arrondis, circulaires. Nous avons donné aux fils de platine la forme de lignes droites, courbes, convexes, concaves, d'un grand ou d'un petit diamètre; rien n'est plus facile que de les ployer à angles mousses ou aigus, et de les adapter aux indications les plus variées. Les lames ou rubans de platine se prêtent aux mêmes modifications. On préserve les parties voisines avec des lamelles de bois, de carton, de charbon, etc. Nous avons fait tailler, creuser et perforer des lames d'anthracite, de manière à embrasser le pédicule des tumeurs, ou les tumeurs elles-mêmes, pendant leur cautérisation.

» *Modes d'application de l'électro-thermie.* — Une des conditions les plus favorables de l'électro-thermie est la densité et le peu de vascularité des tissus à diviser. De là, le précepte d'en comprimer les vaisseaux latéralement, directement, entre deux pinces ou deux ligatures, pour en rapprocher les parois, en exprimer le sang et y suspendre la circulation. Si l'on se sert d'une anse de fil de platine, on doit simplement la poser sur les parties. Dès que le courant électrique est établi, le fil les noircit et y trace un sillon d'abord superficiel, puis de plus en plus profond, en dégageant de la fumée et de la vapeur. Bientôt, le fil rougit aux points où la destruction des tissus

le laisse libre. C'est le moment d'en rétrécir l'anse et d'en régulariser le contact, par de légères pressions directes avec un stylet bifurqué. On divise ainsi les parties sans perdre une goutte de sang. Nous avons mis dix minutes à la section d'organes de 6 à 8 centimètres d'épaisseur. La surface des plaies est dure, sèche, d'apparence cornée. Il importe de savoir que les fils et les lames de platine, chauffés à blanc, coupent les chairs presque aussi aisément que le bistouri, et que les vaisseaux traversés trop rapidement donnent des hémorrhagies d'autant plus difficiles à suspendre, que les cautères perdent leur chaleur au milieu du sang. La règle est de produire des eschares sèches, adhérentes et précédées d'un coagulum oblitérateur. En cas d'écoulement de sang, on l'arrête par compression et l'on touche les orifices vasculaires avec la lame de platine incandescente. Si l'application en est légère et rapide, l'on voit un jet de flamme jaillir à chaque cautérisation, mais si on laisse l'instrument en place, il noircit, adhère et arrache, lorsqu'on le retire, le coagulum et les détritus plus ou moins carbonifiés et reproduit l'hémorrhagie; mieux vaut attendre alors le moment où il rougit de nouveau, après avoir séché et détruit toutes les parties en contact.

» La persistance de la cautérisation ne compense pas la diminution de la chaleur, mais permet une sorte d'écrasement linéaire électro-thermique.

» Les sections d'artère exigent encore plus de lenteur. Dans les amputations, on détache le périoste, avec le cautère lamellaire, jusqu'à la hauteur où doit porter la scie. Si l'on sépare le périoste avec un couteau ordinaire, on cautérise la plaie après avoir abattu les os.

» *Indications opératoires.* — L'ablation des tumeurs pelliculées; l'amputation des membres, de la verge, des testicules, du col utérin; l'excision des végétations cancroïdales et fibro-épidermiques; la destruction partielle des loupes; l'ouverture des kystes et des abcès froids; l'application des raies de feu; la cautérisation ponctuée, en pointe (Richet); l'extirpation des tumeurs limitées ou susceptibles d'être circonscrites, se prêtent facilement à l'électro-thermie.

» *Expériences.* — Une amputation de jambe, sur un chien de moyenne taille, faite au-dessous du genou, sans ligatures, pansements, ni hémostatiques, a parfaitement réussi. La peau formait manchette, et l'animal ne parut pas avoir eu un moment de douleur ni de fièvre. Nous avons cautérisé et divisé l'artère crurale, dans une autre expérience, sans hémorrhagie; résultat obtenu sur l'homme, avant la généralisation de la ligature par A. Paré.

» *Observations cliniques.* — Voici quelques-unes des opérations que

nous avons publiquement pratiquées à la Clinique, au moyen de l'électro-thermie : 1° amputation de jambe sus-malléolaire; 2° métatarso-phalangienne du gros orteil; 3° de la verge; 4° de trois tumeurs dermo-fibroïdes des grandes lèvres; 5° de sein cancéreux; 6° raies plus ou moins profondes, autour d'articulations affectées de tumeur blanche ou d'ostéite; 7° destruction directe d'une tumeur nasale fibro-épidermique; 8° ablation de cancroïdes; 9° cautérisation de tumeurs érectiles capillaires. Aucune de ces opérations ne fut suivie de douleurs ni d'accidents.

» *Conclusions.* — A. L'électro-thermie supprime la douleur après les opérations; B. évite les pertes de sang; C. prévient la rétention et l'altération des liquides; D. met à l'abri des complications infectieuses, putrides et purulentes; E. facilite la reconstitution organique, dans les conditions des plaies sous-cutanées, si favorable à la guérison; F. constitue une méthode souvent entrevue et recherchée, mais jusqu'ici restée incomprise dans sa généralité; G. la chaleur électrique forte ou faible, continue ou intermittente, capable de convertir les tissus en eschares, de les carboniser, de les détruire en les gazifiant, se prête aux indications opératoires les plus variées; H. les expériences et la clinique placent l'électro-thermie au nombre des plus remarquables progrès de la Chirurgie. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microzymas géologiques de diverses origines; par* M. A. Béchamp. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Payen, Ch. Sainte-Claire Deville, Bussy.)

« Le carbonate de chaux pur n'a pas d'action sur la fécule ni sur le sucre de canne, même au contact de l'air dépourvu de certaines poussières. En ajoutant une goutte de créosote par 100 centimètres cubes d'empois ou d'eau sucrée, le carbonate de chaux pur reste sans action sur ces composés, même lorsqu'on se borne à fermer l'orifice des vases avec une simple feuille de papier. Après plus de deux années, le sucre de canne était aussi pur que le premier jour, et l'empois n'avait subi aucune fluidification; la fécule était restée parfaitement intacte. Pourquoi la craie, même au sortir de la carrière et prise au centre d'un bloc, agit-elle si rapidement sur l'empois de fécule pour le fluidifier, sur le sucre de canne pour l'intervertir, et produire ensuite avec l'un et l'autre de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide lactique et de l'acide butyrique? J'ai répondu à ces questions (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 451) en démontrant que la craie contient des

organismes actuellement vivants, de l'ordre des granulations moléculaires que l'on observe dans certaines fermentations, et que j'ai nommées *microzymas*. J'ai déjà fait voir que, dans un calcaire tertiaire d'eau douce, des microzymas analogues existent, et qu'ils possèdent la même fonction que ceux de la craie. Il importait de démontrer que le fait est général et que dans tous les calcaires, depuis celui de la grande oolithe jusqu'aux plus modernes, des microzymas existent, et que leur fonction est la même, c'est-à-dire qu'ils agissent comme les microzymas de la craie, dont l'action est semblable à celle des bactéries et des microzymas actuels. J'ai surtout examiné les calcaires suivants :

» I. *Calcaire d'Armissan*, près de Narbonne. — Age tertiaire moyen, formation lacustre.

» II. *Calcaire de Barbentane*, près de Beaucaire. — Mollasse de l'âge tertiaire moyen, formation marine.

» III. *Calcaire de Pignan*. — Mollasse de Pignan (Hérault). Calcaire moellon, âge tertiaire moyen, formation marine.

» IV. *Calcaire néocomien*, de Lavalette, près de Montpellier. — Très-compacte. Terrain crétacé inférieur.

» V. *Calcaire oolithique*. — Je dois les échantillons à l'obligeance de M. Jules François; ils ont été extraits, en présence de M. Normand, des carrières de Savonnières et de Brauvilliers (Meuse), ouvertes dans l'oolithe supérieure, entre les vallées de la Saulx et de la Marne.

» Ces divers calcaires ont servi à faire fermenter du sucre de canne et de la fécule. Dans toutes les opérations il s'est dégagé de l'acide carbonique et de l'hydrogène. L'alcool, l'acide acétique, le lactique et souvent le butyrique sont les termes constants de la réaction.

» Dans tous ces calcaires on constate aisément, comme dans la craie de Sens, l'existence de molécules mobiles, qui affectent la même forme que les granulations moléculaires des fermentations. Tous laissent, après le traitement par l'acide chlorhydrique étendu, un résidu abondant, retenant, sous forme de gelée, une grande quantité d'eau. Cette matière gélatineuse, étant desséchée à 130 degrés et ensuite incinérée, noircit et perd de son poids. Je donnerai pour exemple ce qui a lieu pour le calcaire oolithique de Savonnières, fin blanc ; 1000 grammes de calcaire fournissent :

Résidu humide, complétement égoutté : 106gr.	
Se réduisant, après dessiccation à 130 degrés, à.......	20gr 80
Et après calcination à l'air, à........................	18,97
Perte, matière organique..................	1,83

Cette matière organique, comme pour la craie, est azotée; elle servait principalement à constituer les microzymas. Il est à remarquer que, pendant que l'on dissout le calcaire oolithique dans l'acide chlorhydrique, il se développe une odeur bitumineuse spéciale. Les produits des fermentations par ce calcaire ont également une odeur un peu bitumineuse, rance, que l'on ne retrouve pas dans les opérations avec les autres calcaires.

» VI. *Tuf calcaire de Castelnau*, près de Montpellier. — Il est porteur d'empreintes de feuilles, et les microzymas s'y retrouvent. Néanmoins l'empois de fécule n'a subi un commencement de fluidification que trois semaines après le commencement de l'expérience, et, après deux mois, il ne s'était formé que des traces non dosables de produits de fermentation. Les microzymas du tuf se sont bornés, très-lentement, à liquéfier l'empois et à former de la fécule soluble. Cette expérience est importante, en ce qu'elle nous assure que les microzymas que l'on retrouve dans les calcaires plus anciens ne proviennent pas des infiltrations qui y auraient apporté les débris des êtres actuels, ni des poussières atmosphériques de notre époque.

» J'ajoute maintenant que la houille de Bességes, pulvérisée et mise avec du carbonate de chaux pur dans l'empois d'amidon, ne le fluidifie pas, bien qu'au microscope on y découvre des particules brillantes, incolores, qui simulent des microzymas. Au contraire, la terre de garrigue, la terre de bruyère, contiennent des microzymas qui agissent énergiquement sur l'empois de fécule. Et l'on ne sera plus surpris, d'après l'ensemble de ce travail, de trouver que la poussière des rues des grandes villes, comme celle des rues de Montpellier, puisse être employée comme ferment lactique et butyrique puissant, à cause des microzymas nombreux qui s'y trouvent. C'est par là que s'expliquent les expériences de M. Chevreul sur la formation des sulfures dans les environs de la Bièvre.

» Quelle est maintenant la signification géologique de ces microzymas et quelle est leur origine? Il est assez difficile de faire une réponse qui soit sans réplique. Je vais pourtant l'essayer.

» Je crois qu'ils sont les restes organisés et encore vivants des êtres qui ont vécu à ces époques reculées. J'en trouve la preuve dans ces recherches mêmes et dans celles que j'ai exécutées seul ou en collaboration avec M. Estor sur les microzymas des êtres actuellement vivants. Ces microzymas sont morphologiquement identiques, et, bien qu'il y ait quelques légères différences dans leur activité comme ferments, tous les com-

posés qui se forment sous leur influence sont pourtant du même ordre (1).

» Peut-être un jour la géologie, la chimie et la physiologie se rencontreront pour affirmer que les grandes analogies que l'on constate entre la faune et la flore géologiques, et la flore et la faune actuelles, au point de vue de la forme, existaient aussi au point de vue de l'histologie et de la physiologie. J'ai déjà constaté quelques différences entre les microzymas géologiques de diverses origines : ainsi, tandis que le calcaire d'Armissan et celui de Barbentane laissent apparaître des bactéries, il ne s'en développe point avec la craie et le calcaire oolithique, dans les mêmes circonstances. Des différences analogues se peuvent constater entre les microzymas des êtres actuels.

» En lisant les remarques que M. Élie de Beaumont a faites, dans la séance de l'Académie du 6 décembre dernier, à propos de l'osséine des os fossiles, il m'a semblé que l'illustre géologue ne pensait pas que les conclusions que M. Scheurer-Kestner tirait de ses analyses prouvassent la contemporanéité du Mammouth et de l'Homme. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner des os fossiles; mais j'ai toujours vu les os anciens, conservés à l'air ou retirés de la terre, fourmiller de microzymas. D'un autre côté, la matière organique n'est pas si altérable, spontanément, qu'on l'admet généralement (2). Sa conservation serait indéfinie si des ferments, dans des

---

(1) Cette conclusion pourra paraître étrange; pourtant je la crois exacte, et jusqu'à preuve du contraire je la maintiens. Je prie que l'on veuille bien remarquer ceci : d'après les recherches de M. Payen, la fécule, même à l'état d'empois, est complétement insoluble; mais les calcaires sont insolubles également et évidemment. Pourtant ils fluidifient l'empois : comment deux corps également insolubles pourraient-ils réagir? Si donc l'empois se fluidifie et s'il ne peut l'être ni par le carbonate de chaux ni par aucun des autres composés minéraux des calcaires, il faut bien que ce soit grâce à l'influence des matières organiques de ces calcaires; or ces matières organiques sont également insolubles. D'autre part, la fluidification de l'empois est fonction de l'influence des acides, d'une température élevée et des ferments solubles analogues à la diastase, cette autre belle découverte de M. Payen. Mais la liquéfaction de l'empois par les calcaires se fait dans un milieu neutre et au-dessous de 40 degrés : dans ces conditions elle ne peut être due qu'à un ferment soluble; et l'on sait que les ferments solubles, les zymases, sont toujours le produit de l'activité d'un organisme vivant : les granulations moléculaires organiques des calcaires sont donc vivantes; elles sont des microzymas analogues aux granulations moléculaires des êtres actuellement vivants, lesquelles agissent exactement de la même manière.

(2) Les *Recherches* de Kunth, *sur les plantes trouvées dans les tombeaux égyptiens*, démontrent très-bien cette inaltérabilité de la matière organique. (Voir *Annales des Sciences naturelles*, par MM. Audouin, Brongniart et Dumas; 1826.)

conditions convenables, ne la ramenaient peu à peu, par une sorte de dédoublements successifs, comme s'exprime M. Dumas, à l'état minéral. La gélatine, par exemple, même à l'état de gelée, pourrait se conserver sans fin si rien d'organisé n'y était introduit, et, même au contact de l'air, dans un milieu créosoté à dose non coagulante, son inaltérabilité est sans limite; mais dès qu'on y ajoute des microzymas ou qu'il en arrive par une exposition à l'air, cette gelée se liquéfie et prend une odeur spéciale; le produit de la liquéfaction ne gélatinise plus : c'est de la gélatine soluble analogue à ce que M. Scheurer-Kestner appelle *osséine soluble*. Les microzymas qui liquéfient la gelée de gélatine ont la plus grande ressemblance avec ceux des os. Or il pourrait se faire que ces microzymas agissent moins rapidement sur tel os que sur tel autre, et, par suite, que l'on ne puisse rien conclure relativement à l'âge de cet os. Si, comme l'a fait observer M. Élie de Beaumont, l'ivoire du diluvium glacé de la vallée de l'Obi est intact, c'est que dans ces conditions l'activité des microzymas est réduite à zéro, tandis que dans le diluvium de la France et de l'Angleterre ils ont pu agir et rendre friables les défenses d'Éléphant qu'on y rencontre. Il est remarquable, en effet, que les microzymas des calcaires que j'ai examinés sont à peu près sans action aux basses températures, et que toute leur activité ne se développe qu'entre 35 et 40 degrés. Une température glaciale, comparable à celle de la vallée de l'Obi, arrêterait totalement cette activité. »

M. Bonnafont donne lecture d'une Note concernant un nouvel appareil destiné à diriger, dans la trompe d'Eustache et dans la caisse du tympan, des injections de diverses natures.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon.)

M. Croullebois donne lecture d'un Mémoire relatif à la variation de l'indice de réfraction des liquides sous l'influence de la température.

(Commissaires : MM. Regnault, Laugier, Fizeau, Jamin.)

M. Tremblay donne lecture d'un neuvième Mémoire concernant l'organisation du sauvetage maritime international.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Lemaire adresse, de Stenay (Meuse), une Note relative à un procédé qui permet de faire le relevé des indications d'un baromètre, sur un cadran placé à une distance quelconque et mis en communication électrique avec l'instrument.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. Brachet adresse une Note concernant une « solution de l'éclairage électrique, déduite des observations ophthalmo-photogéniques ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Perreul adresse une nouvelle Note concernant la « nouvelle force motrice », dont il a déjà entretenu l'Académie.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Cave Thomas adresse, de Londres, un Mémoire sur la « théorie esthétique de la lumière ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de *M. Diamilla-Muller*, de Florence, intitulé « Recherches sur le magnétisme terrestre ». Ce travail a pour but d'étudier si l'influence solaire est directe ou indirecte : il a pour base les résultats de vingt années d'observations, faites par Arago, et dont les registres ont été déposés à la Bibliothèque de l'Institut. L'auteur y a joint plusieurs cartes construites sur les données d'Arago, et, entre autres, la courbe des variations moyennes de la déclinaison pour une année entière.

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. E. Hecquet d'Orval*, sur « la destruction des vers blancs par la jachère », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, en 1868, une étude sur la destruction des *insectes nuisibles aux récoltes*. Le bienveillant accueil fait à ce Mémoire lui a valu un Rapport de M. Payen, inséré dans le numéro du 13 juillet 1868 des *Comptes rendus*.

» Personne n'a contesté la justesse de mes conclusions, mais elles ont donné lieu à des objections économiques. C'est pour démontrer combien ces objections sont peu fondées, que je publie une seconde étude sur cette question si importante pour la production rurale.

» On y trouvera de nouvelles observations, qui confirment de tous points la doctrine agricole que j'ai exposée en 1868, ainsi que des faits et des chiffres qui établissent d'une manière *incontestable* ses avantages économiques. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces du quatrième ordre*. Note de **M. H. Durrande**, présentée par M. Chasles.

« Je considère, par une méthode analogue à celle qui a été suivie par M. Chasles pour les courbes du quatrième ordre (1), deux faisceaux de surfaces du second ordre

$$U - \lambda U_1 = 0,$$
$$V - \mu V_1 = 0,$$

U, U_1, V, V_1 étant des surfaces fixes du second ordre, et λ, μ des paramètres variables; si l'on suppose ces paramètres liés par la relation

$$a\lambda\mu + b\lambda + c\mu + d = 0,$$

l'équation

$$(1) \qquad aUV + bUV_1 + cVU_1 + dU_1V_1 = 0$$

représente une surface du quatrième ordre passant par les courbes gauches (U, U_1), (V, V_1), *bases* des deux faisceaux.

» L'équation (1) se ramène aisément à l'une des formes

$$UV + kU_1V_1 = 0,$$
$$UV_1 + k_1VU_1 = 0,$$

en faisant correspondre deux à deux, soit les surfaces fixes de même indice, soit les surfaces fixes d'indices différents.

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 372.

» Ces formes remarquables de l'équation d'une surface du quatrième ordre laissent apercevoir facilement les particularités qu'elle présente et permettent de les rattacher à celles qui leur correspondent sur les deux faisceaux de *quadriques* (1).

» Ainsi, puisque la base de chacun des faisceaux appartient à la surface résultante, si cette base se compose de deux courbes planes, ou d'une courbe plane double, ou de deux courbes planes dont l'une est à l'infini, la surface du quatrième degré sera doublement tangente à toutes les quadriques du faisceau, ou les touchera suivant une courbe plane, ou bien aura une conique à l'infini, etc.

» On remarque sans peine le double mode de génération de la surface du quatrième ordre par des courbes gauches de systèmes différents. En général, deux génératrices de même système n'appartiennent pas à une même surface du second degré; le contraire a lieu pour deux systèmes différents.

» Voici l'indication rapide de quelques-uns des résultats obtenus en faisant diverses hypothèses sur les fonctions U et V.

» I. Si les deux faisceaux ont chacun pour base un système de deux courbes planes, la surface résultante est doublement tangente à toutes les quadriques qui les composent.

» *Remarque.* — Si les deux faisceaux sont composés de surfaces réglées (et on peut toujours le supposer par la considération des plans et droites imaginaires), la surface résultante est le lieu des points tels, qu'il y a un rapport constant entre les produits respectifs des distances de ces points aux quatre faces de deux tétraèdres.

» II. Si les bases des deux faisceaux sont des coniques doubles, la surface résultante touche toutes les quadriques des deux faisceaux en tous les points de leurs bases respectives.

» III. Si les deux faisceaux sont composés de quadriques homothétiques à une même surface, les intersections des surfaces correspondantes des deux faisceaux sont des coniques.

» Il y a alors deux cas à distinguer :

» 1° Si les plans des coniques d'intersection tournent autour d'une ligne droite, la surface résultante est du troisième ordre;

» 2° Si les plans de ces coniques enveloppent un cône ou un cylindre

(1) Nom donné par M. Cayley aux surfaces de second ordre et analogue à celui de *coniques* donné aux courbes de même ordre.

du second ordre, la surface résultante est du quatrième ordre et touche ce cône ou ce cylindre en tous les points d'une conique.

» Si l'on considère en particulier le cas de deux faisceaux de sphères, on retrouve des surfaces extrêmement remarquables, telles que les transformées des quadriques par rayons vecteurs réciproques, les anallagmatiques (comprenant le tore, la cyclide) étudiées par MM. Moutard et Darboux (1). »

ASTRONOMIE. — *Réponse à une objection relative à la loi du mouvement de rotation des planètes.* Note de **M. C. Flammarion**, présentée par M. Delaunay.

« Je lis dans les *Comptes rendus* une Note tendant à mettre en doute les résultats généraux de mes recherches sur la rotation des planètes. Je demande à l'Académie la permission de donner une brève réponse aux objections présentées.

» Les rapports que j'ai signalés entre les densités des planètes et le coefficient de retardement qui distingue la révolution d'un satellite équatorial de la rotation réelle du corps planétaire, ne sont, comme je l'ai fait remarquer moi-même, que des rapports approchés. Mais après avoir, depuis plusieurs années que cette recherche me préoccupait, constaté une coïncidence très-sensible entre ces deux termes, similitude que ne présente aucun autre ordre de comparaison, j'ai pensé qu'il était légitime d'en conclure que la densité est l'élément prépondérant en jeu dans l'établissement du mouvement de rotation.

» Il ne saurait venir à l'esprit d'aucun astronome d'exiger une identité absolue entre les termes dont il s'agit, car tout astronome sait que ni les dimensions, ni les masses des planètes ne sont encore rigoureusement déterminées.

» Mes densités s'écartent un peu de celles de l'*Annuaire*. Lorsque j'ai entrepris ces recherches, j'avais d'abord adopté les densités de l'*Astronomie populaire* d'Arago. Plus tard, je les ai modifiées d'après les mesures récentes signalées dans les *Astronomische Nachrichten* et les *Monthly Notices*. Or il se trouve qu'elles présentent, pour la plupart, une moyenne entre celles qui ont été données par les diverses publications astronomiques. C'est ce que l'on peut facilement voir par le tableau suivant, dans lequel je transcris les densités données par Arago, celles de l'*Annuaire*, et les miennes.

(1) Voir les *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 240 et 243, et les *Annales scientifiques de l'École Normale*, 1865, t. II, p. 55.

	Arago.	Annuaire.	Les miennes.
☿	1,234	1,376	1,31
♀	0,923	0,905	0,91
♁	1	1	1
♂	0,948	0,714	0,80
♃	0,238	0,236	0,22
♄	0,138	0,121	0,14
♅	0,180	0,209	0,21
♆	0,222	0,216	0,22

» Pour calculer les rapports de la pesanteur à la force centrifuge, je n'ai pas employé la formule signalée $(17 T \sqrt{d})$; mais j'ai calculé directement pour chaque planète $\omega^2 r$ et g. La vue générale qui est résultée de ces comparaisons, c'est que de faibles corrections apportées aux chiffres ainsi théoriquement obtenus suffiraient pour établir une identité entre les coefficients de rotation et les densités. J'ajouterai en terminant que, malgré la conclusion qui m'autorise à attribuer ici le rôle fondamental aux *densités*, je ne refuse pas d'admettre que les différences existantes puissent être dues à l'influence de quelque cause secondaire, apportant une variante à la règle générale. Mais la loi reste, notamment en ce qui concerne la distinction remarquable qui existe entre le groupe des planètes anciennes : Neptune, Uranus, Saturne, Jupiter, et le groupe des planètes plus récentes : Mars, la Terre, Vénus et Mercure. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique.* Note de **MM. Lucas** et **Cazin**, présentée par M. Becquerel.

« L'appareil dont nous faisons usage, pour mesurer avec précision les durées des étincelles électriques, est essentiellement fondé sur une application du vernier.

» Un disque de mica de 15 centimètres de diamètre a été, par un procédé photographique, noirci sur une de ses faces et divisé vers son bord en 180 parties égales, au moyen de traits transparents. Il est monté sur un axe horizontal, dont la vitesse de rotation peut varier de 100 à 300 tours par seconde. Une manivelle commande ce mouvement rapide, par l'intermédiaire d'un engrenage. Pour un tour de la manivelle, le disque de mica fait 66 $\frac{1}{2}$ tours.

» Un autre disque, de même rayon et centré sur la même horizontale, est fixé verticalement, aussi près que possible du disque mobile. Il est en

verre argenté, et porte, vers le sommet de son diamètre vertical, six traits transparents, formant un *vernier* pour apprécier le *sixième* de l'intervalle compris entre deux traits consécutifs du disque de mica.

» Une boîte circulaire, en cuivre noirci, renferme les deux disques. Le vernier en forme le fond, du côté du foyer de lumière. Le disque de mica tourne à l'intérieur. Du côté de l'observateur, une plaque de métal forme le couvercle; une petite fenêtre, munie d'une glace de verre, est ménagée en regard du vernier, pour permettre les observations. De cette manière, le disque mobile est préservé des poussières, protégé contre les chocs et abrité contre les courants d'air.

» L'aspect général de ce chronoscope, dont la construction a été réalisée fort habilement par M. Duboscq, rappelle celui de l'appareil imaginé et employé par M. Edm. Becquerel, pour ses importantes recherches sur la phosphorescence des corps.

» Nous substituons, à la manivelle proprement dite, une poulie en bois à plusieurs rayons, sur laquelle passe une corde à boyau qui s'enroule aussi sur une autre poulie, d'un diamètre beaucoup plus grand, fixée sur le volant d'un *moteur à gaz*. Cette machine, qui nous a été très-obligeamment prêtée par son inventeur M. Hugon, est de la force d'un demi-cheval. Elle fonctionne avec une grande régularité; on peut la mettre en marche presque instantanément et l'arrêter de même. Elle n'exige pas, comme les machines à vapeur, qu'on la maintienne en pression pendant les temps d'arrêt : aussi nous rend-elle d'excellents services.

» Pour charger la batterie de Leyde, dans laquelle nous condensons l'électricité, nous employons une machine de Holtz, dont le plateau est mis en mouvement par le moteur à gaz. Les étincelles jaillissent entre deux boules de métal, de 11 millimètres de diamètre. Le milieu de la distance de ces deux boules occupe le foyer principal de la lentille d'un collimateur, afin que les rayons lumineux tombent normalement sur le vernier. On vise la fenêtre du chronoscope avec une lunette grossissante.

» Supposons que l'étincelle électrique se produise périodiquement, dans des conditions identiques, pendant que le disque de mica tourne à peu près uniformément.

» Un premier observateur applique un œil contre l'oculaire de la lunette et indique à haute voix le nombre des traits qu'il observe simultanément, pour chaque étincelle. Un autre observateur enregistre ces nombres et compte le nombre des tours que la manivelle du chronoscope fait par minute.

» Soient N le nombre des étincelles observées,
S le nombre total des traits vus,
n le nombre des tours de la manivelle.

» La durée y de l'étincelle, en millionièmes de seconde, est donnée par la formule

$$(1) \qquad y = \frac{10000}{12n}\left(\frac{S}{N} - \mu\right),$$

dans laquelle μ est un paramètre constant, égal à 0,70 pour notre appareil. Si l'on désigne par ε la largeur angulaire des traits du disque de mica, par ω l'angle compris entre les axes de deux traits consécutifs, et par ε' la largeur angulaire des traits du vernier, on a

$$(2) \qquad \mu = \frac{6(\varepsilon + \varepsilon')}{\omega}.$$

» La formule (1) suppose que N soit un grand nombre; aussi observons-nous en général des séries de cent étincelles.

» Toutes choses égales d'ailleurs, la durée de l'étincelle électrique est fonction de la surface de la batterie de Leyde, ou, en d'autres termes, du nombre des jarres qui la composent.

» En faisant varier ce nombre x, par unité simple, depuis 1 jusqu'à 9, nous avons trouvé que la durée y peut s'exprimer par la formule

$$(3) \qquad y = k(1 - a^x).$$

» Avec deux boules de zinc, écartées de $2^{mm},292$, nous avons obtenu les resultats suivants :

$$(4) \qquad \begin{cases} \log a = \bar{1},9050453, \\ \log k = 1,5192181, \end{cases}$$

soit

$$(5) \qquad \begin{cases} a = 0,80361, \\ k = 33,05355. \end{cases}$$

x	S	N	$12n$	y Observé.	y Calculé.	Différence.
1	$52.\overset{t}{1} + 143.\overset{t}{2} + 5.\overset{t}{3} = 353$	200	1402	7,45	6,49	0,96
2	$10.1 + 66.2 + 24.3 = 214$	100	1215	11,85	11,71	0,14
3	$37.2 + 63.3 = 263$	100	1215	15,98	15,90	0,08
4	$7.2 + 92.3 + 11.4 = 304$	100	1212	19,30	19,27	0,03
5	$63.3 + 37.4 = 337$	100	1246	21,50	21,98	−0,38
6	$50.2 + 50.3 = 250$	100	756	23,81	24,15	−0,34
7	$22.3 + 67.4 + 11.5 = 389$	100	1236	25,81	25,90	−0,09
8	$20.2 + 71.3 + 9.4 = 289$	100	792	27,52	27,31	0,21
9	$17.2 + 71.3 + 12.4 = 295$	100	788	28,57	28,43	0.14

» On voit que la différence entre la durée observée et la durée calculée n'a pas atteint le millionième de seconde.

» Avec les mêmes boules de zinc, écartées de 5 millimètres, nous avons trouvé

$$(6) \qquad y = k'(1 - a^x),$$

a ayant la même valeur que ci-dessus, tandis que

$$(7) \qquad \begin{cases} \log k' = 1,8226921, \\ k = 66,4802. \end{cases}$$

» Le paramètre a est donc *indépendant de la distance explosive.*

» Les jarres que nous avons fait entrer dans notre batterie ont une surface d'armature extérieure d'environ 1243 centimètres carrés.

» D'autres lois physiques non moins importantes ressortent déjà de nos recherches; d'autres restent à découvrir, et feront l'objet de nos études postérieures. Nous aurons l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats que nous pourrons obtenir.

» Ces recherches ont été faites à l'Observatoire impérial de Paris, grâce à la haute bienveillance de l'Administration, qui a bien voulu nous permettre de disposer, à cet effet, d'une salle inoccupée. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants électriques.* Note de **M. A. Trève**, présentée par M. Jamin.

« Des expériences que j'ai faites récemment au laboratoire de la Sorbonne il résulte les faits suivants :

» 1° Étant donné un arc voltaïque *ab* produit par une pile de 50 éléments *Bunsen*, si l'on fixe aux pôles + et — de cette pile les pôles — et + d'une seconde pile de 50 Bunsen, et que l'on fasse passer par conséquent dans l'arc voltaïque *ab* un courant de même force en sens contraire, l'arc s'éteint immédiatement, et si l'on remet les deux charbons en contact, l'obscurité persiste. Ce qui prouve bien que *deux courants dynamiques ne peuvent circuler dans l'air, en sens contraire l'un de l'autre, dans le même fil.*

» 2° Si l'on augmente la seconde pile de 10 éléments, par exemple, et que l'on oppose à l'arc voltaïque des 50 Bunsen un courant de 60, cet arc disparaît encore instantanément; mais si l'on remet les charbons au contact, il en jaillit de petites étincelles représentant exactement la différence 10 des deux forces dynamiques mises en opposition.

» 3° M. Duboscq m'a construit un appareil très-simple pour étudier les

effets de la rencontre de deux courants voltaïques de 50 Bunsen chacun. J'ai disposé ces deux courants en croix et exactement dans le même plan. Après avoir fait jaillir l'arc voltaïque de a en b, si l'on rapproche les deux charbons c et d, immédiatement ce second arc jaillit, et ces *deux arcs se croisant sans aucune altération sensible* produisent un beau foyer lumineux, prouvant bien que les courants dynamiques peuvent se croiser en tous sens, se pénétrer dans leurs manifestations lumineuses, sans se confondre aucunement, tout comme on l'observe dans la Terre et les liquides conducteurs, en admettant toutefois que les courants se transmettent par ondulations ou vibrations, opinion combattue par celle qui consiste à considérer la Terre comme un réservoir commun. L'éxpérience du croisement des arcs montrerait en tous cas la possibilité des croisements de tous les courants dans le sol.

» 4° J'ai ensuite disposé les arcs voltaïques parallèlement l'un à l'autre et observé les effets par projection, si les deux courants passent dans le même sens, on remarque une légère attraction réciproque des auréoles, et, s'ils passent en sens contraires, on observe une répulsion.

» Ce qui prouve que l'électricité se conduit dans l'air de la même façon que dans les fils métalliques.

» J'ai voulu, comme M. Daniel, me rendre compte de ces effets divers de croisement et d'opposition de deux ou plusieurs courants dans les tubes Geissler, et voici comment je m'y suis pris : j'ai fait disposer un tube à air raréfié avec deux électrodes à chaque extrémité. Si l'on fait passer le courant d'une première bobine Ruhmkorff de a' en b', le tube s'éclaire comme on le sait; bleuâtre vers b' et tout rouge dans l'autre partie du tube.

» Si l'on fait alors passer de a en b, c'est-à-dire dans le même sens, le courant d'une seconde bobine, le tube s'éclaire beaucoup plus, nécessairement, et cela dans ses deux teintes bleuâtre et rouge.

» Si l'on fait passer le courant de b en a, en sens contraire du premier, le tube s'éclaire encore très-sensiblement de la même quantité. Le même fait se produit si l'on croise les deux courants en leur faisant prendre les directions ab' et $a'b$.

» Ces effets sont tout à fait analogues à ceux que j'ai déjà constatés avec les courants voltaïques se croisant sous tous les angles dans le même milieu. Si l'on place un pareil tube sur le pôle d'un puissant aimant, on voit admirablement les deux courants se séparer quand ils marchent en sens opposé et se réunir, se rejeter ensemble vers la paroi du tube quand ils marchent dans le même sens.

» Si l'on fait ces expériences en se servant d'un seul électrode comme l'a fait M. Daniel, on obtient les mêmes phénomènes, mais moins lumineux, beaucoup moins apparents, surtout quand on a recours à l'aimant pour séparer les courants.

» On est porté à expliquer cette différence très-notable de manifestations par une différence capitale entre les phénomènes qui y donnent lieu. Dans le premier cas, les courants passent en sens contraires et se croisent, comme nous l'avons vu sur les arcs voltaïques; dans le second, ils ne passent pas *simultanément* dans le même fil, absolument comme les courants dynamiques n'ont pas pu le faire.

» Ils *se succèdent* avec la prodigieuse rapidité qui les anime et par le fait de la discontinuité, qui est l'essence des courants d'induction. L'impression persistant sur la rétine est comme l'expression d'un passage simultané.

» Il est possible, ainsi que le pense M. Jamin, que le miroir tournant de Foucault révèle la vérité à cet égard. Mais il est une expérience très-simple dans laquelle m'a guidé le célèbre physicien, et qui déjà serait de nature à indiquer de quel côté il faut se ranger.

» Que l'on prenne l'œuf de M. de la Rive, au moyen duquel ce savant physicien a si élégamment montré la rotation des courants par les aimants :

» 1° Si l'on y fait passer dans le même sens les deux courants de deux bobines Ruhmkorff, on voit l'arc lumineux s'enfler, augmenter d'éclat, et continuer sa rotation dans le même sens;

» 2° Si l'on fait passer ces deux courants en sens contraire, aussitôt l'arc s'amaigrit considérablement, ne reste plus qu'à l'état d'*un* ou de plusieurs petits filets lumineux réunis aux extrémités et vibrant à droite et à gauche de quelques degrés, mais ne *tournant* plus. N'y a-t-il pas lieu de penser que si les deux courants passaient simultanément, l'arc se partagerait en deux arcs tournant en sens contraire l'un de l'autre, et c'est ce qui n'a pas lieu : les courants se succèdent, l'arc est entraîné d'un côté de quelques degrés, mais *ramené* tout aussitôt de l'autre côté par les courants successifs et de sens opposé : c'est ce qui explique l'état oscillatoire de l'arc lumineux.

» J'ai fait ensuite disposer un tube en croix avec un électrode à chaque branche, et j'ai pu ainsi faire croiser deux courants différents de (a en b) et de (c en d). Cette expérience est très-curieuse et montre bien les deux courants se croisant, sans altération *bien sensible*, au centre de la croix.

» Dans ce cas, il n'y a aucune raison pour que le croisement n'ait pas lieu aussi facilement que dans le cas des *deux arcs voltaïques*.

» Si l'on prend un globe muni de huit électrodes situés dans le même plan et que l'on y attelle les huit pôles de quatre bobines Ruhmkorff, on voit tous les courants se croiser dans le même plan, chaque pôle allant rejoindre son pôle, et chacun d'eux conservant sa nuance caractéristique. Chose digne de remarque, c'est que l'éclat du tube ou du globe n'augmente pas quand on fait intervenir plus de deux bobines, du moins dans l'air et l'azote raréfiés.

» Je crois devoir signaler ici l'ombre qui se produit au centre de la croix dans certaines conditions respectives d'allure des deux machines d'induction, et encore l'*accélération manifeste* des vibrations de la colonne lumineuse *bo* quand on fait traverser la colonne entière *ab* par le courant *cd* de l'autre bobine : ce sont là des faits qu'il va devenir utile de sonder.

» Je termine cette Note par un dernier fait. Lorsque je fis passer les deux courants dans le même tube droit ou dans le tube en croix, je m'aperçus bientôt d'une grande irrégularité dans la marche des bobines, les marteaux s'arrêtaient parfois : j'en trouvai la cause dans la création des courants dérivés.

» Ainsi, si l'on fait passer un courant d'induction de *b* en *a*, un galvanomètre G à suspension de Ruhmkorff, placé dans un circuit de *c* en *d*, indique aussitôt un courant de 10 à 12 degrés, qui cesse presque complétement après quelques oscillations, et change de signe quand le courant de la bobine en change lui-même.

» L'air raréfié se charge dans tout le tube, et la décharge des deux électrodes *c* et *d* s'opère visiblement sur le galvanomètre. N'est-ce pas là un effet analogue à celui qui se produit sur les fils télégraphiques aériens chargés par une atmosphère électrisée? »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur latente de la glace, déduite des expériences de* Laplace *et* Lavoisier. Note de **M. E. Renou**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans la séance du 4 avril dernier, M. Jamin a présenté à l'Académie une Note dont le but est de prouver l'exactitude des expériences faites, il y a près d'un siècle, par Laplace et Lavoisier, pour déterminer la chaleur latente de la glace. Le nombre de 60 degrés R. trouvé par ces savants illustres ne différerait du nombre admis aujourd'hui, que parce qu'ils ont supposé constante la chaleur spécifique de l'eau entre les points de la glace fondante et de l'ébullition.

» La concordance montrée par M. Jamin est tout à fait fortuite.

» En effet, la méthode de Lavoisier suppose qu'il connaissait exactement la température de l'eau qu'il versait dans son calorimètre. Or les thermomètres de Lavoisier ne pouvaient être d'accord avec les nôtres, ainsi qu'il est aisé de le faire voir.

» Lorsqu'en 1783, Lavoisier voulut déterminer quelle était la température constante des caves de l'Observatoire de Paris, il commença par construire un thermomètre étalon, à mercure, avec un tube dont il vérifia le calibre avec soin. Il fixa le zéro à la température de la glace fondante, et le point 80 degrés en plongeant le réservoir du thermomètre dans un grand vase plein d'eau en ébullition, très-peu au-dessous de la surface du liquide et le maintenant dans une position presque horizontale, de manière que la tige y fût plongée à peu près entièrement. On obtient de cette manière des instruments qui donnent des températures trop basses, parce qu'on marque 80 degrés à un point où la température est réellement 81 degrés et 81°,5.

» Lavoisier construisit ensuite un thermomètre à très-longs degrés, celui-là même qui se trouve encore dans les caves de l'Observatoire, au point où il l'a placé, et le gradua par comparaison avec l'étalon dont nous venons de parler. Ce grand thermomètre marquait à l'origine 9°,06 dans les caves dont la température, à très-peu près constante, est, comme on sait, 11°,7 C. ou 9°,36 R.

» Le thermomètre de Lavoisier marquait donc 0°,3 R. trop bas vers 9 degrés, tandis qu'il n'aurait dû être en erreur que de 0°,1 environ, par suite de celle du point 80 degrés; mais Lavoisier ignorait le déplacement du zéro des thermomètres, et il paraît, quoiqu'il ne le dise pas positivement, qu'il avait déterminé le point de la glace fondante avant celui de l'ébullition. Le zéro de son thermomètre aura très-bien pu éprouver ainsi un déplacement de 0°,2 qui, ajouté à 0°,1, dû à l'autre cause déjà signalée, a produit une erreur en moins de 0°,3 R. Ce thermomètre marque aujourd'hui 0°,44 trop haut; il s'est donc déplacé de 0°,8, et il a fallu plus de cinquante ans pour que cet effet se produisît.

» Lavoisier, dans ses expériences, employait de l'eau à des températures comprises entre 70 et 79°,5 de son thermomètre, et en réalité plus élevées de 1 degré environ; une petite perte de chaleur pendant les manipulations aura compensé cette erreur, et voilà pourquoi ces expériences convenablement interprétées donnent aujourd'hui un résultat exact.

» On ne peut compter sur aucun nombre thermométrique de cette époque; les premiers instruments construits par Réaumur ou d'après ses

principes étaient si défectueux, qu'ils marquaient généralement 1 degré trop haut à 10 degrés, et 3 degrés aux températures maxima de l'été. Les thermomètres de Deluc, qui s'était donné tant de peine pour obtenir des instruments irréprochables, donnaient, à l'opposé de ceux de Lavoisier, des nombres trop élevés. Il fixe en effet la température du sang de l'homme à 29°,9 du thermomètre à mercure. Or, d'après un nombre considérable d'observations encore inédites, je trouve que cette température, qui varie notablement, est en moyenne de 36°,85 C. ou 29°,5 R.; le thermomètre de Deluc marquait donc 0°,4 trop haut à 30 degrés, ce qui peut provenir soit du déplacement de zéro, ignoré de Deluc et de ses contemporains, soit de ce que ce savant physicien tenait la tige du thermomètre hors de l'eau pendant la détermination du point d'ébullition, ce qui fait marquer 80 degrés en un point qui correspond en réalité à 78°,5 ou 79 degrés.

» Ces différences en sens inverse, dans des instruments construits par des hommes du plus haut mérite, n'étaient pas inconnues de leurs contemporains, puisque le quatrième des Cassini disait, en 1789 (*Journal de Physique*, t. XXXV, p. 191), que les thermomètres présentent des divergences telles, qu'il n'est pas à espérer qu'on puisse jamais les faire disparaître. Cette crainte, peu philosophique, ne s'est heureusement pas réalisée, et nous sommes arrivés, mais depuis peu d'années il est vrai, à avoir des thermomètres qui s'accordent jusqu'à 0°,02 dans toute l'étendue de l'échelle des températures qui intéresse la météorologie. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les notes fixes caractéristiques des diverses voyelles.* Note de **M. R. Kœnig**, présentée par M. Regnault.

« D'après les recherches de MM. Donders et Helmholtz, la bouche, disposée pour l'émission d'une voyelle, a une note de plus forte résonnance qui est fixe pour chaque voyelle, quelle que soit la note fondamentale sur laquelle on la donne. Un léger changement dans la prononciation modifie assez sensiblement les notes vocales pour que M. Helmholtz ait pu proposer aux linguistes de définir par ces notes les voyelles appartenant aux différents idiomes et dialectes. Il y a donc un grand intérêt à connaître exactement la hauteur de ces notes pour les différentes voyelles. M. Donders a cherché à y arriver par l'observation du frôlement ou sifflement que produit le courant d'air dans la bouche lorsqu'on donne les voyelles en chuchottant; les notes qu'il a trouvées diffèrent beaucoup de celles que donne M. Helmholtz. Ce dernier s'est servi d'une série de diapasons, qu'il faisait

vibrer devant la bouche disposée pour articuler une voyelle. Toutes les fois que le son était renforcé par l'air enfermé dans la cavité buccale, cette masse d'air était évidemment à l'unisson du diapason. Par ce procédé, plus exact que le premier, M. Helmholtz a trouvé que la voyelle A était caractérisée par la note fixe $(si^\flat)_4$, O par $(si^\flat)_3$, E par $(si^\flat)_5$, et ces résultats paraissent effectivement incontestables. Comme il ne disposait pas de diapasons assez aigus pour la voyelle I, M. Helmholtz a essayé d'en déterminer la note caractéristique par le moyen déjà employé par M. Donders, et il a trouvé le $ré_6$. Si l'on accorde un diapason pour cette note, on constate, en effet, qu'elle est renforcée pendant que la bouche passe de E à I; seulement, j'ai pu m'assurer que le renforcement a lieu avant que la bouche soit exactement disposée pour l'I. La véritable caractéristique de l'I devait donc être plus élevée. En construisant des diapasons de plus en plus aigus, je constatai que j'approchais de cette note; elle s'est trouvée, en définitive, être le $(si^\flat)_6$; avec des diapasons encore plus élevés, on sent de suite que la limite a été dépassée.

» Pour l'OU, M. Donders avait donné le fa_3. Cette note peut sans doute être renforcée par la bouche, mais c'est seulement en s'écartant très-peu de la position O, et l'on sent que la note de l'OU doit être beaucoup plus grave. Aussi M. Helmholtz assigne-t-il à l'OU le fa_2. Toutefois, un diapason fa_2 ne résonne pas devant la bouche disposée pour l'OU, ce que M. Helmholtz explique par la petitesse de l'ouverture de la bouche; mais il m'avait semblé que cette petitesse de l'ouverture, tout en rendant impossible un renforcement très-énergique, devait pourtant encore permettre une augmentation de l'intensité du son assez appréciable. Ayant d'ailleurs constaté les rapports simples qui existent entre les notes des voyelles O, A, E, I, échelonnées par octaves, j'ai pensé que cette loi s'étendrait à la voyelle OU. J'ai vérifié cette hypothèse d'une manière minutieuse, à l'aide d'un diapason dont je pouvais faire varier la hauteur par des curseurs; j'ai pu ainsi m'assurer que la note caractéristique de l'OU (tel que je le prononce ordinairement) était réellement le $(si^\flat)_2$, car le maximum de résonnance avait toujours lieu entre 440 et 460 vibrations simples.

» Pour la prononciation des Allemands du Nord (à laquelle se rapportent aussi les expériences de M. Helmholtz), les voyelles sont donc caractérisées comme il suit :

OU	O	A	E	I
$(si^\flat)_2$	$(si^\flat)_3$	$(si^\flat)_4$	$(si^\flat)_5$	$(si^\flat)_6$

soit, en nombres ronds de vibrations simples, 450, 900, 1800, 3600, 7200.

» Il me paraît plus que probable qu'il faut chercher dans la simplicité de ces rapports la cause physiologique qui fait que nous retrouvons toujours à peu près les mêmes cinq voyelles dans les différentes langues, quoique la voix humaine en puisse produire un nombre indéfini, comme les rapports simples entre les nombres de vibrations expliquent l'existence des mêmes intervalles musicaux chez la plupart des peuples.

» J'avais obtenu ces résultats depuis un certain temps, mais je désirais les faire vérifier par plusieurs physiologistes éminents, dont l'approbation m'encourage aujourd'hui à les publier. »

PHYSIQUE. — *Sur la formation des gouttes liquides.* Note de **M. Duclaux**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire dans lequel j'étudie et j'utilise le phénomène de la formation des gouttes liquides à l'extrémité d'un tube. Je me sers pour cela d'un compte-gouttes volumétrique, construit sur le même principe que le compte-gouttes Salleron, et muni comme lui d'un orifice tel que les 5 centimètres cubes d'eau qui le remplissent donnent, en s'écoulant, 100 gouttes à la température de 15 degrés. Si, au lieu d'eau, on fait écouler des solutions alcooliques à des degrés divers, M. Salleron et M. Tate ont montré que les gouttes en étaient d'autant plus petites qu'elles étaient plus concentrées. Je fais voir que ce phénomène se produit avec une telle régularité qu'il peut servir de base à un procédé qui permet de trouver le titre alcoolique d'un liquide en comptant le nombre des gouttes qu'il fournit dans son écoulement. Je tire des tables que j'ai dressées, le tableau suivant qui se rapporte à la température de 15 degrés :

	Gouttes.		Gouttes.
Eau distillée..........	100	Alcool à 6 degrés.....	131
Alcool à 0,25 p. 100...	102	» 7 »	134
» 0,5 »	103,5	» 8 »	137,5
» 0,75 »	105,5	» 9 »	141,5
» 1 degrés......	107	» 10 »	145
» 2 »	113	» 11 »	148,5
» 3 »	118	» 12 »	151,5
» 4 »	123	» 13 »	154,5
» 5 »	127	» 14 »	157

» On voit que la sensibilité de ce procédé est maximum pour les alcools de degrés très-faibles, et comme l'appareil de mesure permet d'opérer sur

un volume très-restreint de liquide, on peut arriver à déceler sûrement par son emploi 3 millimètres cubes d'alcool, que des distillations successives permettent de retirer facilement d'un volume d'eau que j'ai reconnu pouvoir être sept cent cinquante mille fois plus grand.

» Cet appareil permet, en outre, de montrer expérimentalement que, dans la formation des gouttes, les phénomènes de cohésion n'ont qu'une action très-restreinte. Si, en effet, au lieu de faire écouler de l'eau à l'air libre, on la fait écouler en présence de la vapeur d'alcool, on constate que le nombre de gouttes qu'elle fournit augmente très-sensiblement, et peut passer de 100 à 110,5, ce qui indiquerait, d'après le tableau précédent, qu'il s'est dissous 1,5 pour 100 d'alcool. Or, si on reprend le liquide étudié, et si on le fait écouler de nouveau, on constate qu'il ne renferme qu'une proportion insensible d'alcool, et qu'ainsi la concentration trouvée par la première expérience n'existait que dans une couche superficielle très-mince dans laquelle, par suite, réside la force qui limite le poids de la goutte. Celle-ci se forme donc à l'intérieur d'un petit sac élastique dont la pression lui donne sa forme, et dont la rupture suivant une circonférence provoque sa chute. Aussi, M. Tate a-t-il montré que, dans de certaines limites, les poids des gouttes sont proportionnels non pas à la section, mais au diamètre des tubes qui les supportent.

» Il résulte de cette expérience et de son étude théorique que les poids des gouttes de divers liquides, formées à l'extrémité d'un tube de dimensions convenables, peuvent servir à mesurer les résistances à la rupture des couches qui les limitent. Ces résistances sont proportionnelles à ce que M. Dupré appelle les *tensions superficielles des liquides*, c'est-à-dire à ces forces dont il a, le premier, démontré l'existence au double point de vue théorique et expérimental.

» J'étudie ensuite, comme exemple de l'intérêt que présente la connaissance de ces tensions superficielles, et parmi les phénomènes nombreux dans lesquels elles interviennent, les phénomènes d'émulsion, dont la stabilité est liée directement à l'égalité de tension superficielle des liquides qui les produisent. Si, en même temps, ces liquides sont de densités assez voisines pour n'avoir pas grande tendance à se séparer en deux couches, la persistance de l'émulsion est beaucoup augmentée, et l'on peut dire que deux liquides peuvent entrer facilement en émulsion lorsque, à l'appareil décrit plus haut, ils fournissent des gouttes de même poids et de même volume.

» En l'absence de ces deux conditions, toutefois deux autres interviennent,

qui, toutes deux, lorsqu'elles sont remplies, augmentent la durée du phénomène : la première est la viscosité de l'un des liquides, c'est-à-dire la résistance qu'il oppose au mouvement des fins globules de l'autre; la seconde est la propriété qu'il possède à un degré plus ou moins grand de se gonfler en bulles, ou de donner de la mousse persistante après agitation.

» Tous les liquides émulsifs réalisent, dans des proportions diverses, les quatre conditions précédentes, dont les deux plus importantes sont l'égalité de tension superficielle et la propriété de mousser par l'agitation. L'eau de savon et, en général, tous les liquides employés au nettoyage les possèdent très-largement développées, ce qui amène à croire que ce nettoyage se borne, dans la plupart des cas, à faire entrer les matières grasses en émulsion, sans leur faire subir de transformation chimique. Le mode d'action reste le même quand on se sert de dissolutions de carbonates alcalins, et si, à l'origine, avec elles, il y a saponification, c'est ensuite le savon formé qui agit.

» Appliquant enfin ces résultats à l'étude de divers liquides de l'organisme, je fais voir que le plus actif est le suc pancréatique, qui se rapproche le plus des liquides savonneux; viennent ensuite le lait et la bile. Dans les œufs, le blanc et le jaune sont émulsifs, mais à des titres divers : le blanc, parce que, en se dissolvant dans l'eau, il donne des liquides mousseux; le jaune, parce qu'il a une tension superficielle voisine de celle des corps gras, et c'est cette différence qui fait que le blanc et le jaune se mélangent très-difficilement l'un à l'autre. »

CHIMIE. — *Recherches thermiques relatives à l'acide iodique*. Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville (1).

« Dans une Communication récente j'ai fait connaître quelques-unes des propriétés chimiques de l'acide iodique, et signalé en particulier son action sur le phosphore rouge comme pouvant fournir un moyen de déterminer la chaleur de combustion de l'iode. Je présente ici le résumé et les résultats de recherches relatives à cette chaleur de combustion, à la chaleur de dissolution de l'acide iodique, ainsi qu'à sa chaleur de contraction.

» Ces déterminations ont été faites avec le calorimètre à mercure de MM. Favre et Silbermann, en opérant de la manière suivante :

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» I. *Chaleur de combustion de l'iode.* — J'ai commencé par déterminer la quantité d'acide iodique anhydre, nécessaire pour transformer entièrement en acide phosphorique un poids donné P de phosphore rouge, et j'y ai ajouté un poids p' d'acide iodique tel qu'en dissolvant $p + p'$ dans une quantité d'eau déterminée on eût une liqueur d'un degré connu de concentration. En faisant varier p' on obtient des dissolutions renfermant des quantités variables d'acide iodique, et le phosphore peut être ainsi mis en contact avec des solutions plus ou moins étendues. Le phénomène calorifique qui accompagne la réaction doit, toute correction faite, être constant pour un même poids de phosphore employé, et ne dépendre en rien de la concentration de la liqueur, c'est-à-dire de l'acide iodique qui reste inattaqué. Les dissolutions qui m'ont paru convenir le mieux aux déterminations calorimétriques contiennent de 5 à 8 pour 100 de leur poids d'acide iodique anhydre.

» Pour faire une expérience on prend, par exemple, 250 milligrammes de phosphore rouge, qui exigent, pour se transformer totalement en acide phosphorique, $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre auquel on ajoute une nouvelle quantité d'acide pesant $1^{gr},653$. On a ainsi 3 grammes que l'on dissout dans 60 centimètres cubes d'eau, ce qui donne une dissolution renfermant 5 pour 100 d'acide iodique anhydre.

» On place ces 60 centimètres cubes de dissolution dans un des moufles du calorimètre. Soient alors m la marche uniforme du mercure, quantité exprimée en divisions et fractions de division de la tige, dont la colonne avance ou recule en l'unité de temps, T l'instant auquel on commence la réaction, et n la position du mercure dans la tige. On ajoute le phosphore, l'oxydation a lieu, et quand elle est terminée, on note la division n' qui correspond au ménisque, le temps T' et la marche m' devenue de nouveau uniforme; a représentant en calories la valeur d'une division de l'échelle, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par la réaction est

$$Q = \left[(n' - n) - \frac{m + m'}{2}(T' - T)\right] a.$$

Or, pour se transformer en acide phosphorique dissous, $0^{gr},250$ de phosphore rouge dégagent une quantité A de chaleur déterminée par les expériences de M. Favre et décomposent $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre, qui, lorsqu'ils se séparent en leurs éléments, absorbent X calories. De plus cet acide iodique, en se dissolvant dans de l'eau contenant déjà l'acide iodique qui reste inattaqué, a absorbé une quantité q de chaleur qu'il restitue en

se décomposant, et par suite la chaleur observée Q comprend la chaleur A dégagée par la formation de l'acide phosphorique dissous, augmentée de celle q que l'acide iodique dissous abandonne en devenant anhydre, et diminuée de celle X que l'acide iodique anhydre absorbe en se décomposant :

$$Q = A + q - X \quad \text{ou} \quad X = Q - A - q.$$

Q résulte de l'observation du calorimètre, A est donné par les expériences de M. Favre : reste à déterminer q.

» On y arrive en plaçant dans un des moufles du calorimètre 60 centimètres cubes d'eau, contenant 1gr,653 d'acide anhydre, puis on observe à l'instant T_1 la marche uniforme m_1 et la position n_1 du mercure; on ajoute alors 1gr,347 d'acide anhydre, et quand la marche m'_1 de la colonne est devenue de nouveau uniforme, on note sa position n'_1 et l'instant T'_1. La chaleur q absorbée par la dissolution de 1gr,347 d'acide anhydre dans 60 centimètres cubes d'eau en renfermant déjà 1gr,653, est représentée par

$$q = \left[(n'_1 - n_1) - \frac{m_1 + m'_1}{2}(T'_1 - T_1)\right] a.$$

» En opérant avec une dissolution contenant 5 pour 100 d'acide anhydre, et 0,250 de phosphore, les résultats sont les suivants :

	Q	A	q	X
	c	c	c	c
1.	+ 1329,35	+ 1461,50	— 0,68	+ 132,83
2.	+ 1331,75	+ 1461,50	— 1,37	+ 131,12
3.	+ 1335,17	+ 1461,50	— 0,70	+ 127,24
4.	+ 1335,16	+ 1461,50	— 0,90	+ 127,23

X représente la chaleur dégagée par la formation de 1gr,347 d'acide iodique anhydre, q la quantité absorbée par la dissolution de 1gr,347 d'acide anhydre dans 60 centimètres cubes d'eau en contenant déjà 1gr,653, A la chaleur dégagée par l'oxydation de 0gr,250 de phosphore rouge, nombre déduit des expériences de M. Favre (1) et Q la chaleur observée.

» La quatrième expérience a été faite avec une liqueur renfermant 6,6 pour 100 d'acide anhydre, q correspond alors à la dissolution de 1,247 d'acide anhydre dans 60 centimètres cubes d'eau en contenant déjà 2gr,653.

» Les nombres qui précèdent donnent des valeurs de X exactes, si l'on

(1) D'après M. Favre, 1 équivalent de phosphore rouge dégage, pour se transformer en acide phosphorique dissous, 181 230 calories. (*Journal de Chimie et de Pharmacie*, 3e série, t. XXIV.)

a tenu compte de toutes les causes d'erreur. Or l'acide iodique qui reste inattaqué est dissous avant la réaction dans l'eau pure, après dans de l'eau renfermant l'acide phosphorique qui provient du phosphore oxydé, c'est-à-dire $0^{gr},572$ d'acide anhydre pour 60 centimètres cubes d'eau. Il se peut que le phénomène calorifique qui accompagne la dissolution soit différent dans les deux cas, et rende, par suite, nécessaire une correction nouvelle.

» Or si l'on place dans un des moufles du calorimètre 60 centimètres cubes d'eau, et dans un autre 60 centimètres cubes d'une solution titrée d'acide phosphorique, contenant $0^{gr},572$ d'acide anhydre par 60 centimètres cubes, en dissolvant successivement, dans les deux moufles, le poids p' d'acide iodique qui, dans les expériences précédentes, reste inattaqué, on aura, comme plus haut, la quantité

$$q_1 = \left[(n' - n) - \frac{m + m'}{2}(T' - T)\right] a$$

de chaleur absorbée par la dissolution de p' dans 60 centimètres cubes d'eau, et la quantité

$$q_2 = \left[(n'_1 - n_1) - \frac{m_1 + m'_1}{2}(T'_1 - T_1)\right] a$$

de chaleur absorbée par la dissolution de p' dans 60 centimètres cubes de la dissolution d'acide phosphorique; la différence $q_2 - q_1 = q'$ devra être ajoutée à la valeur de X ou retranchée, selon qu'elle sera négative ou positive. En prenant $p' = 1^{gr},653$, ce qui correspond à la dissolution à 5 pour 100 d'acide anhydre, ou $p' = 2^{gr},653$, ce qui convient à la solution à 6,6 pour 100, on trouve

p'.	q_1.	q_2.	q'.
	°	°	
1,653	— 10,94	— 2,73	+ 8,21
1,653	— 13,80	— 2,44	+11,34
1,653	— 11,29	»	»
1,653	— 13,34	— 2,72	+10,62
2,653	— 14,70	— 4,79	+ 9,91

» La valeur moyenne de q' est donc avec la dissolution à 5 pour 100 $q' = 10^c,55$, et comme la moyenne des valeurs de X précédemment trouvées dans ces circonstances, est $X = 130^c,40$, on a pour la chaleur dégagée par la formation de $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre $119^c,85$.

» Avec la dissolution à 6,6 pour 100 :

$$q' = 9^c,91, \quad X = 127^c,23, \quad \text{ce qui fait} \quad 117^c,32.$$

» La moyenne de ces nombres donne pour la chaleur de combustion de l'iode :

Par équivalent.....	13960 calories.
Par gramme.......	110 »

» II. *Chaleur de dissolution de l'acide iodique.* — L'acide iodique, en se dissolvant dans l'eau, absorbe des quantités de chaleur différentes suivant qu'il est anhydre ou hydraté. Pour comparer ces quantités de chaleur, j'ai opéré sur des liqueurs assez diluées pour ne donner naissance à aucun phénomène calorifique sensible, quand on les étend davantage. Il suffit pour cela d'opérer avec des dissolutions contenant 5 pour 100 de leur poids d'acide anhydre.

» Je dissous donc successivement, dans 60 centimètres cubes d'eau, 3 grammes d'acide anhydre et le poids équivalent, 3gr,161, d'acide hydraté; les quantités de chaleur absorbées dans les deux cas sont :

	Q_1.	Q_2.	Q.
1.	— 17c,10	— 43c,09	— 25c,99
2.	— 16,41	— 37,28	— 20,87
3.	— 17,78	— 40,35	— 22,57

Q_1 est la chaleur absorbée par l'acide anhydre, Q_2 par l'acide hydraté, Q est la différence $Q_2 - Q_1$. Ces nombres donnent comme valeur moyenne de la chaleur absorbée par la dissolution de l'acide iodique :

Chaleur absorbée.	Acide anhydre (Q_1).	Acide hydraté (Q_2).	Différence (Q).
Par équivalent....	—951c,23	—2240c,48	—1289c,25
Par gramme......	— 5,69	— 12,73	— 7,04

» Ces résultats représentent le phénomène calorifique qui accompagne la dissolution de l'acide iodique, en admettant que, lors de cette dissolution, il n'y a ni contraction ni dilatation. Or la densité moyenne d'une solution contenant 5 pour 100 d'acide anhydre est 1,040, sa densité réelle 1,0415; la différence rentre dans la limite des erreurs d'observation.

» III. *Chaleur de contraction de l'acide iodique hydraté.* — La chaleur absorbée par l'acide iodique anhydre, en se dissolvant dans une certaine quantité d'eau, est, d'après ce qui précède, supérieure à celle que l'acide anhydre absorbe dans les mêmes circonstances; il doit donc y avoir contraction lors de la combinaison de l'acide iodique anhydre avec l'eau, et la chaleur de contraction est, d'après M. H. Sainte-Claire Deville (1), re-

(1) Leçon professée devant la Société Chimique le 18 mars 1864.

présentée par

$$Q = \left(\frac{D}{D_1} - 1\right)\frac{C}{K}.$$

» Or

La densité D de l'acide hydraté à zéro est.............	4,869
Celle de l'acide anhydre à zéro..........................	5,037
La densité moyenne D' de l'acide hydraté est donc......	4,830
Et la contraction de l'acide hydraté....................	0,00828
Son coefficient de dilatation K est....................	0,000224
Et sa chaleur spécifique C (1)........................	0,1625

ce qui donne pour la chaleur de contraction :

Par équivalent..........................	1135^c,72
Par gramme..........................	6^c,45

» Nous connaissons maintenant la quantité de chaleur absorbée par l'acide hydraté en sus de l'acide anhydre, quand il se dissout dans les mêmes conditions, et la chaleur de contraction de l'acide hydraté. Or le premier nombre se compose de la chaleur dégagée par la contraction, et de celle que dégage la combinaison de l'acide anhydre avec l'eau. Cette dernière quantité de chaleur dégagée par la combinaison seule est donc la différence des deux autres, ce qui donne pour sa valeur :

Par équivalent..........................	153^c,5
Par gramme..........................	0^c,6

» Tels sont les principaux résultats calorifiques relatifs à l'acide iodique, et qu'on peut résumer dans le tableau suivant :

	Par équivalent.	Par gramme.
Chaleur de combustion de l'iode en se transformant en acide iodique anhydre....................	^{c} +13960,00	^{c} +110,00
Chaleur de dissolution de l'acide iodique anhydre...	— 951,23	— 5,7
Chaleur de dissolution de l'acide iodique hydraté...	— 2240,48	— 12,7
Chaleur de contraction de l'acide iodique hydraté...	+ 1135,73	+ 6,45
Chaleur de combinaison de l'acide iodique anhydre avec l'eau..........................	+ 153,52	+ 0,6 »

(1) J'indiquerai dans un Mémoire plus détaillé la méthode employée pour déterminer cette chaleur spécifique, ainsi que les nombres intermédiaires qui m'ont conduit au résultat 0,1625.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches thermiques sur les états du soufre.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

« 1. Le soufre dissous dans le sulfure de carbone, sous l'influence de la lumière solaire, donne naissance à du soufre insoluble : cette découverte intéressante a été faite récemment par M. Lallemand. Je l'ai vérifiée ; j'ai reconnu que la lumière électrique, concentrée par un miroir, produit le même effet. On peut encore fondre du soufre à une température inférieure à 130 degrés, puis le laisser se solidifier lentement en l'exposant au soleil ; après cristallisation, la surface du soufre est recouverte d'une pellicule de soufre insoluble. En opérant à l'ombre, la transformation n'a pas lieu. Cependant on peut empêcher la formation du soufre insoluble dans la dissolution sulfocarbonique, en saturant à l'avance le liquide avec un corps qui a la propriété de déterminer le changement inverse, tel que l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de carbone, chargé de soufre et d'hydrogène sulfuré, et introduit dans un tube scellé à lampe, peut être exposé au soleil indéfiniment, sans déposer de soufre insoluble. L'expérience ne réussit complétement que si l'air a été soigneusement exclu ; sinon il se produit d'abord un léger dépôt, dû à quelque réaction oxydante ; puis la liqueur éclaircie se conserve indéfiniment.

» Dans tous les cas, la formation photogénique du soufre insoluble exige la dissolution ou la fusion préalable du soufre ; car le soufre octaédrique exposé au soleil n'éprouve pas le plus léger changement.

» 2. J'ai entrepris quelques recherches sur le mécanisme thermochimique de ces transformations. Il s'agit de savoir si la formation du soufre insoluble sous l'influence de la lumière répond à une absorption de chaleur, c'est-à-dire à un certain travail effectué par la lumière ; ou bien si cette même formation répond à un dégagement de chaleur, auquel cas la lumière jouerait seulement le rôle d'un agent propre à déterminer la réaction. Cette réaction, en un mot, est-elle endothermique ou exothermique ?

» Pour répondre à cette question, il faut déterminer les quantités de chaleur mises en jeu :

» 1° Dans la dissolution du soufre octaédrique ;

» 2° Dans sa fusion ;

» 3° Dans la transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble.

» 3. *Chaleur de dissolution du soufre octaédrique.* — J'ai trouvé que la dissolution de 1 gramme de soufre, dans le sulfure de carbone, absorbe

$12^{cal},8$ (moyenne de dix déterminations, qui ne se sont pas écartées de la moyenne de plus de 1 calorie). Cette quantité est un peu plus faible lorsque le soufre est employé en grande quantité, par exemple lorsqu'il forme le quart du poids du dissolvant; mais la différence est trop petite pour y insister, car elle n'excède pas 1 calorie.

» 4. *Chaleur de fusion du soufre octaédrique.* — M. Person a trouvé, pour 1 gramme de soufre. . . . . $9^{cal},4$

» 5. *Transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble.* — J'ai cherché à déterminer une quantité de chaleur égale, celle qui est mise en jeu dans la transformation inverse. Vers 112 degrés, les divers soufres insolubles se changent en soufre ordinaire, avec un dégagement de chaleur capable de ramollir la masse et de la fondre partiellement : ce fait est établi par mes anciennes expériences (1). Il en résulte que, vers la température de la fusion du soufre, la chaleur de transformation du soufre insoluble doit être voisine de la chaleur de fusion, mais un peu inférieure. Cependant ce résultat n'est pas applicable aux transformations opérées à la température ordinaire.

» Pour transformer à froid le soufre insoluble, il suffit de le mettre en contact avec une dissolution d'hydrogène sulfuré : le soufre se mouille peu à peu, blanchit et tombe au fond de la liqueur, en prenant un aspect floconneux; 1 partie d'hydrogène sulfuré transforme ainsi 20 à 30 parties de soufre, et même bien davantage. Le soufre est alors devenu complétement soluble dans le sulfure de carbone, dont l'évaporation reproduit du soufre octaédrique. Il est facile de vérifier que l'action de l'hydrogène sulfuré sur le soufre insoluble donne lieu à un léger dégagement de chaleur : mais l'action est trop lente pour se prêter à des mesures précises.

» On peut la rendre assez prompte pour qu'elle soit terminée au bout de trente à quarante minutes, en ajoutant à l'avance un dixième d'alcool à la solution d'hydrogène sulfuré. Par suite de cette addition, le soufre insoluble est mouillé tout d'abord, ce qui accélère le changement. Aucun autre changement chimique ne se produit d'ailleurs, comme je l'ai vérifié en comparant le poids du soufre dissous par le sulfure de carbone à la fin de l'expérience avec celui du soufre insoluble employé au début.

» J'ai opéré la transformation du soufre insoluble (extrait de la fleur de soufre) dans un calorimètre de verre mince, contenant 500 grammes de liqueur hydrosulfurée et 21 grammes de soufre insoluble. Le calori-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 213.

mètre était placé dans une double enceinte et entouré d'eau. Les substances employées avaient été amenées d'avance à des températures qui ne différaient entre elles et de celle de l'enceinte d'eau que de 3 à 4 centièmes de degré : précautions indispensables toutes les fois qu'il s'agit de mesurer des quantités de chaleur très-petites et qui ne se dégagent que peu à peu. Le maximum a été atteint au bout de trente-cinq minutes : il répondait à une élévation de 0°,096. La correction du refroidissement s'élevait à $\frac{1}{11}$ environ de cette valeur ; elle a été déterminée empiriquement par une épreuve ultérieure, faite sur le mélange lui-même quelques heures après, dans des conditions identiques. Ce refroidissement était si lent, que la température a baissé seulement de 1 quarantième de degré en trois heures et demie. Je crois utile de donner ces détails, à cause de l'extrême délicatesse de semblables déterminations. Tous calculs faits, le changement du soufre insoluble a dégagé, vers 18°,5, pour 1 gramme . . . $+2^{cal},7$.

» Mais le soufre obtenu était-il identique avec le soufre octaédrique ? Pour m'en assurer, j'ai introduit du sulfure de carbone dans le calorimètre, aussitôt après la transformation et sans séparer le soufre de la liqueur : j'ai déterminé la chaleur de dissolution. J'ai ainsi trouvé pour 1 gramme de soufre transformé . . . . $-15^{cal},4$.

» Ce nombre l'emporte d'un quart environ sur la chaleur de dissolution du soufre octaédrique. Cet excès s'est retrouvé constamment, et même avec une valeur plus grande, dans cinq déterminations : je donne ici celle qui m'inspire le plus de confiance. La différence entre les chaleurs de dissolution n'est pas due à une action préalable, telle que l'imbibition du soufre, ou à quelque réaction propre de la solution hydrosulfurée précédente. En effet j'ai déterminé, à deux reprises, la chaleur de dissolution du soufre octaédrique par le sulfure de carbone, en présence d'une dissolution hydrosulfurée identique, et j'ai trouvé pour 1 gramme de soufre . . $-12^{cal},7$, chiffre identique à . . . . $-12^{cal},8$, trouvé avec le soufre octaédrique et le sulfure de carbone seul.

» Il résulte de ces faits que le soufre soluble obtenu par la transformation du soufre insoluble au contact de l'hydrogène sulfuré n'est pas identique avec le soufre octaédrique, circonstance qui n'a rien de surprenant pour quiconque aura vu l'aspect blanchâtre et floconneux du soufre transformé. Examiné au microscope, ce soufre conserve l'aspect utriculaire du soufre insoluble qui lui a donné naissance. Au bout de quelques heures, les utricules commencent à se hérisser de pointes cristallines, qui augmentent sans cesse. Toute la masse est changée en cristaux après quelques semaines.

J'ai trouvé alors pour la chaleur de dissolution. . . . . $-13^{cal},1$,
c'est-à-dire le même nombre sensiblement que pour le soufre octaédrique.
Ainsi le soufre transformé au contact de l'hydrogène sulfuré présente un état particulier, distinct du soufre octaédrique. Je désignerai cet état sous le nom de *soufre amorphe soluble*.

» Ce soufre, une fois dissous par le sulfure de carbone, ne peut plus en être séparé que sous la forme octaédrique. En admettant l'identité des dissolutions, on trouve que *le changement du soufre amorphe soluble en soufre octaédrique* répondrait à une absorption de . . . . $-2^{cal},6$,
sensiblement égale, mais de signe contraire, à la chaleur dégagée lors du *changement du soufre insoluble en soufre amorphe soluble* ($+2^{cal},7$).

» Il en résulte que le *changement du soufre insoluble en soufre octaédrique*, à la température de 18°,5, *répond à un phénomène thermique nul*, ou sensiblement.

» La chaleur mise en jeu dans ce changement va donc en diminuant, depuis 112 degrés jusqu'à la température ordinaire; ce qui implique une chaleur spécifique du soufre insoluble un peu supérieure à celle du soufre octaédrique.

» Rappelons encore que le *changement du soufre prismatique en soufre octaédrique* dégage, d'après Mitscherlich, une quantité de chaleur très-voisine des précédentes ($+2^{cal},3$). En passant du soufre prismatique au soufre amorphe soluble, il y aurait donc un dégagement de 5 calories environ.

» 6. Il est maintenant facile de répondre aux questions posées au début de ce Mémoire.

» 1° La transformation du soufre octaédrique dissous en soufre insoluble, sous l'influence directe de la lumière solaire, est accompagnée par un dégagement de chaleur, soit. . . . . $+12^{cal},8$ par gramme;

» 2° La transformation du soufre ordinaire, simplement fondu, en soufre insoluble est également accompagnée par un dégagement de chaleur. Ce changement n'a pas lieu dans les conditions ordinaires; mais il a lieu, comme je l'ai montré plus haut, sous l'influence de la lumière solaire. Il a lieu également, d'après mes anciennes expériences (1), lorsque le soufre fondu se solidifie au contact de l'acide sulfureux ou de l'acide nitrique.

» Dans la transformation du soufre, comme dans la plupart des réactions où elle intervient, la lumière joue donc simplement le rôle d'agent excitateur; mais ce n'est pas elle qui effectue le travail proprement dit de la transformation. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. I, p. 392.

PHYSIOLOGIE. — *De la loi des rotations du globe oculaire dans les mouvements associés des yeux.* Note de M. GIRAUD-TEULON, présentée par M. Ch. Robin.

« La mécanique physiologique des mouvements oculaires paraissait fixée, depuis 1847, par la découverte des lois aussi précises qu'élégantes établies par Donders. Ce physiologiste éminent les avait fondées avec la logique apparente la plus inattaquable, sur l'observation des inclinaisons éprouvées par les images persistantes laissées sur la rétine, lors des mouvements directs et obliques du regard associé. Elles se résumaient en ces deux grands faits expérimentaux :

» I. Lors des mouvements des deux yeux en parallélisme s'exécutant dans les plans cardinaux, horizontaux ou verticaux, les méridiens *primaires* des yeux (on désigne sous ce nom ceux qui, lors du regard direct à l'horizon, sont déterminés par les deux plans horizontal et vertical médian), ces méridiens, disons-nous, conservent, pendant tout le mouvement, leur horizontalité ou leur verticalité.

» II. Dans les mouvements diagonaux ou obliques du regard, ces deux méridiens, demeurant, dans les deux yeux, toujours respectivement parallèles, s'inclinent, au contraire, sur la verticale ou l'horizontale, d'un certain angle qui ne dépend que des coordonnées de la direction du regard (longitude et latitude); en d'autres termes, de son obliquité et de sa hauteur.

» Le sens de cette inclinaison porte l'extrémité du méridien primaire vertical la plus voisine de la direction du point de mire, du côté de ce même point de mire.

» A la lumière jetée par ces mémorables expériences sur la mécanique oculaire, l'action de chacun des moteurs de l'œil a reçu son affectation avec la plus saisissante clarté, et les problèmes pathologiques posés par les paralysies musculaires se sont vus élucidés avec la même netteté.

» Un ouvrage récemment publié, et dont la puissante et légitime autorité n'a pas besoin d'être rappelée dans cette enceinte, l'*Optique physiologique* de M. Helmholtz, fait de ces mêmes lois une exposition qui, sous une apparente adhésion, les renverse, au moins en partie.

» En parfait accord, semblerait-il, avec l'éminent physiologiste d'Utrecht, l'illustre professeur de Heidelberg tire des mêmes expériences une conclusion absolument opposée à celle du premier observateur. Pour lui, l'inclinaison observée dans les méridiens primaires, lors des mouvements diagonaux, aurait lieu, pour le méridien vertical ou sagittal, dans le sens indiqué

par M. Donders, mais le méridien primaire horizontal éprouverait, dans le même temps, *une inclinaison contraire*. De telle sorte que, lors d'une même direction oblique du regard, l'angle dièdre des deux méridiens primaires, angle que l'on devait supposer constant et droit, et qui reste tel dans les lois de Donders, deviendrait obtus d'un côté du plan vertical, aigu de l'autre côté.

» Les belles lois de Donders ne pouvaient plus, en réalité, subsister, accompagnées de la *restriction* de M. Helmholtz. Aussi l'auteur de l'*Optique physiologique* énonce-t-il, en parallèle, un nouveau principe posé par Listing, et déduit du correctif même apporté dans le résultat des expériences d'Utrecht.

« Puisque, dit Listing, lors du regard oblique, les méridiens primaires » s'inclinent en sens contraire l'un de l'autre, c'est qu'il existe une certaine » direction intermédiaire pour laquelle les méridiens ne s'inclinent point; » et cette direction intermédiaire, c'est celle-même que suit le regard. » M. Helmholtz conclut donc, avec Listing, que, dans les directions obliques, la rotation de l'œil s'exerce autour d'un axe fixe dont la direction est perpendiculaire à la ligne de regard, dans ses deux positions initiale et terminale.

» Ce principe a reçu le nom de *loi des rotations de Listing*, et nous ajouterons que les expériences instituées par MM. Helmholtz et Listing semblent la justifier et ne sont pas contredites. Les images rétiniennes persistantes paraissent, en effet, demeurer sans inclinaison sensible, dans les méridiens intermédiaires définis par Listing.

» Ainsi donc, conflit absolu entre les lois de Donders et celle de Listing. Si, pour tous les deux, les mouvements de l'œil ont lieu incontestablement, lors des directions cardinales, autour d'axes fixes de rotation, dans les directions obliques il n'en est plus de même. Suivant Donders, l'axe varie avec le mouvement, suivant Listing il demeure encore fixe et tel que nous venons de le définir. Et l'indécision pouvait durer longtemps, car les deux systèmes reposent sur les mêmes expériences, également acceptées des deux parts.

» Il importait cependant autant à la physiologie qu'à la pathologie qu'un tel dissentiment, dissimulé sous un accord décevant, reçût sa solution.

» Si nous ne nous trompons, ce conflit prend uniquement sa source dans un certain vice fondamental des expériences instituées. Toutes ces images accidentelles ou persistantes, dont l'observation a dicté ces lois contraires, ont été étudiées par projection sur une tenture verticale posée en

face des expérimentateurs. Or ces projections ne sont des projections géométriques que pour la position initiale de l'expérience. Dans les mouvements obliques du regard, — la tête de l'observateur demeurant fixe et parallèle au plan de la tenture, — lesdites projections deviennent de simples intersections planes obliques; et si, dans ces coupes faites par un plan *vertical* (celui de la tenture), les traces *verticales* conservent naturellement leur signification, il n'en est plus de même des traces horizontales ou inclinées.

» Pour obtenir des relations exactes, une fidèle reproduction des modifications angulaires dont étaient susceptibles les inclinaisons absolues ou relatives des méridiens primaires, il eût fallu employer un système de projections constamment orthogonales.

» Or les mêmes expériences, répétées par nous, dans ce système, sur une tenture demeurant perpendiculaire à la direction du regard, tant dans sa position terminale que dans sa position initiale, démontrent immédiatement et invariablement que les inclinaisons de tous les méridiens ont lieu, pour chaque mouvement, sous un même angle, dans le même sens pour tous ces méridiens, et dans la direction annoncée par Donders pour le primaire vertical. La contradiction observée entre les rotations des méridiens horizontal et vertical par MM. Helmholtz et Listing, et attribuée par eux aux torsions mêmes de l'œil, était uniquement due aux fausses indications apportées par les projections obliques. »

MÉDECINE. — *De la part qui revient au brome dans l'action thérapeutique des bromures.* Note de **M. E. Decaisne**, présentée par M. Balard.

« Dans la dernière séance de l'Académie, à propos d'une Communication relative à l'emploi du bromure de potassium en médecine, M. Balard exprimait le désir que les médecins ne se bornassent pas à l'usage exclusif du bromure de potassium, mais essayassent aussi d'autres bromures, le bromure de sodium, par exemple, afin de savoir la part exacte d'action qui revient aux différentes combinaisons du brome.

» Dans les recherches que je poursuis, depuis trois ans, sur le traitement des maladies nerveuses, j'ai expérimenté sur une assez large échelle le bromure de potassium, et j'ai voulu me rendre compte de la différence d'action de plusieurs bromures. Ces recherches feront le sujet d'un travail que j'aurai l'honneur de communiquer bientôt à l'Académie, et dans lequel j'étudierai les effets physiologiques des différents bromures sur les systèmes

musculaire et vasculaire, la respiration, le tube digestif, les sécrétions, le pharynx, etc., et leur action thérapeutique dans les affections nerveuses.

» Mais, pour répondre à la question posée par M. Balard, en ce qui regarde le bromure de sodium, je dirai que :

» Le bromure de sodium employé vingt-sept fois, aux mêmes doses et quelquefois à doses plus élevées que le bromure de potassium, m'a donné les mêmes résultats dans les attaques épileptiques, choréiques, hystériques, etc.;

» Le bromure de sodium a, sur le bromure de potassium, l'avantage d'être plus facilement éliminé, et son administration ne présente aucun danger. J'ai pu donner le bromure de sodium à un malade pendant un an sans produire cette saturation qu'on observe avec le bromure de potassium;

» L'action des deux bromures est différente sur l'intestin. J'ai souvent observé la soif et la constipation avec le bromure de sodium, et, au contraire, des coliques et de la diarrhée passagère avec le bromure de potassium.

» En somme, et pour me résumer, je pense, dès aujourd'hui, pouvoir dire que, dans les bromures, l'action thérapeutique appartient surtout au brome. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences sur le mode d'action du chloroforme sur l'irritabilité des étamines des Mahonia.* Note de **M. Jourdain**, présentée par M. Milne Edwards.

« Depuis longtemps on sait que les filets staminaux de cette plante, comme ceux des *Berberis*, sont douées d'irritabilité, c'est-à-dire se précipitent brusquement sur le pistil, quand un corps étranger est mis en contact avec la partie inférieure de la face interne de ce filet. J'ai voulu rechercher si cette irritabilité serait suspendue ou détruite par l'action d'un agent anesthésique. Dans ce but, j'ai introduit un rameau fleuri du *Mahonia*, sous une cloche en verre, d'un litre environ de capacité, dans laquelle je plaçais du coton imbibé de quelques gouttes de chloroforme. La plante a été soumise aux vapeurs du chloroforme, une, deux, trois, cinq, dix et quinze minutes. Ces expériences ont eu lieu à une température comprise entre 14 et 15 degrés.

» Au bout d'une minute, les étamines sont fortement renversées, comme dans un état tétanique; elles sont rebelles à toute excitation. La plante est exposée à l'air libre : après un intervalle de huit ou dix minutes, l'irritabilité reparaît, faible d'abord et incomplète, et se manifeste en premier lieu dans les

fleurs les moins épanouies. Au bout de vingt-cinq à trente minutes, les filets staminaux ont retrouvé toute la sensibilité qu'ils possédaient avant l'action de l'agent anesthésique. Si l'expérience est continuée pendant deux ou trois minutes, le résultat est le même; seulement l'irritabilité met plus de temps à reparaître. Si l'action du chloroforme se prolonge dix à quinze minutes, on voit la fleur prendre une teinte orangée, les étamines sont devenues insensibles à toute sollicitation, mais l'exposition à l'air libre ne ranime pas le rameau, qui le lendemain est devenu noirâtre et a été tué par les vapeurs du chloroforme. Les mêmes phénomènes se produisent, que le rameau mis en expérieuce soit pourvu ou non de feuilles.

» Il m'a paru d'autant plus intéressant de relater ces expériences à la suite de celles qui ont été entreprises sur les Sensitives, que le chloroforme, d'après les recherches de M. Cl. Bernard, paraît agir sur les animaux comme modificateur du système nerveux. »

ARCHÉOLOGIE. — *Découverte d'un atelier d'instruments préhistoriques en Palestine; par* M. l'abbé **Richard**.

« Cet atelier est à environ douze kilomètres de Jérusalem, près du village d'El-Bire (ancienne Beéroth), lieu où la tradition rapporte que la Vierge et saint Joseph s'aperçurent de l'absence de l'enfant Jésus.

» Il y a près de cette localité, ce qui est rare en Judée, plusieurs fontaines importantes. C'est au sud-ouest et à quelques centaines de mètres de ces fontaines que j'ai constaté un atelier d'instruments en silex. J'y ai choisi une cinquantaine de pièces :

» *Une pièce ronde*, grosse comme une pomme ordinaire et ressemblant à un petit boulet, qui paraît avoir beaucoup servi;

» *Une deuxième* pièce, à peu près du même volume, mais inachevée;

» *Une troisième*, moitié moins grosse que les précédentes et carrée;

» *Trois haches*, de 10 centimètres de longueur sur 4 de largeur, *non polies*, plus arrondies d'un côté que de l'autre;

» *D'autres haches* plus petites et de même forme;

» *Des grattoirs*;

« *Beaucoup de couteaux* (1);

---

(1) M. l'abbé Morétain, missionnaire en Terre-Sainte, il y a déjà quelques années, a découvert des couteaux en assez grand nombre, non sur l'emplacement d'un atelier, mais dans des grottes.

» *Des scies très-remarquables.*

» Généralement ces instruments sont moins bien travaillés que ceux que j'ai signalés au mont Sinaï.

» A mon retour en France, j'aurai l'honneur de montrer à l'Académie un choix de ces instruments. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le bolide du 19 avril.* Note de M. CHAPELAS.

« A $11^h 2^m$, notre horizon a été brillamment illuminé par le passage d'un bolide extrêmement remarquable. Ce météore, prenant naissance près de σ d'Hercule, est venu s'éteindre auprès du groupe (δ, ε, ζ) de Céphée, décrivant ainsi du sud au nord une trajectoire de 48 degrés.

» D'une belle nuance verte, il était accompagné d'une large traînée phosphorescente à la fois compacte et détachée; bleuâtre à son extrêmité antérieure, et d'un rouge vif dans sa partie avoisinant le noyau météorique.

» La disparition de ce bolide a été précédée de trois explosions successives, ne laissant percevoir aucun bruit, mais produisant des éclairs assez vifs pour permettre de distinguer les collines qui entourent Paris. Enfin son diamètre apparent, égal à 6 ou 7 fois celui de Jupiter, nous a permis de le classer aisément parmi les premières grandeurs des globes filants.

» Les coordonnées des points d'apparition et de disparition sont :

Pour l'apparition.

Ascension droite	247°
Déclinaison	+ 46

Pour le point de disparition.

Ascension droite	330°
Déclinaison	+ 57 »

GÉOGRAPHIE. — *Sur une voie nouvelle pour l'exploration du pôle nord par la mer de Kara et l'océan Sibérien;* par M. CH. GRAD.

« Trois projets ont été proposés successivement pour l'exploration du pôle nord : par la voie du détroit de Smith, par celle de la mer des Spitzbergen, entre le Groënland et la Nouvelle-Zemble, enfin par le détroit de Behring. Le premier de ces projets, émis par M. Osborn, devait être accompli en traîneaux par la voie de terre; les deux autres, ceux du Dr Augustus Petermann et de M. Gustave Lambert, s'appuient sur l'existence d'une mer polaire ouverte, libre de glace. Une seule des expéditions proposées se trouve en voie d'exécution : c'est celle qui s'est formée en Allemagne, l'an

dernier, à la suite d'une souscription nationale, et qui doit se trouver, en ce moment, dans les parages du Groënland oriental. Comme l'expédition française elle-même n'a pas encore pris la mer, et que son promoteur s'est prononcé en faveur d'un voyage par le détroit de Behring, je voudrais ici appeler l'attention sur une voie nouvelle, capable de conduire au même but dans un délai beaucoup plus court, par conséquent aussi avec une économie considérable. Cette voie est celle de la mer de Kara.

» La mer de Kara s'étend au nord de la Sibérie, entre 55 et 75 degrés de longitude est de Greenwich, depuis 70 jusqu'à 76 degrés de latitude nord. Composée d'un bassin en forme de croissant assez largement ouvert du côté de l'océan Sibérien, elle est entourée d'un côté par les îles Waïgatsch et de la Nouvelle-Zemble; de l'autre par la péninsule des Samoyèdes, et communique avec les mers du nord de l'Europe par le détroit de Waïgatsch. Cette mer est réputée la plus froide du monde. Non-seulement elle présente les glaces qui s'y forment naturellement, mais toutes celles que charrient l'Ienisseï et l'Obi; les plus grands fleuves de la Sibérie s'y accumulent sur la côte orientale du groupe de la Nouvelle-Zemble. Aussi M. de Baer a donné au bassin de la mer de Kara le surnom de *Glacière*, et, en se fondant sur son autorité, des géographes distingués affirment que la côte orientale de la Nouvelle-Zemble est « absolument inabordable » et la mer environnante « remplie » de glaces éternelles ». Par suite d'une réputation aussi sinistre, peu de marins ont osé s'approcher de la mer de Kara; l'opinion d'une mer inabordable, revêtue de glaces éternelles, s'est fortifiée de plus en plus, au contraire des faits réels, et la constitution physique de cette région est demeurée inconnue. Il en a souvent été ainsi en géographie. Tout le monde sait avec quelle persistance les géographes les plus éminents ont si longtemps placé une grande chaîne de montagnes, les monts de la Lune de Ptolémée, dans les contrées au sud du lac Tsad, dans l'Afrique centrale, tandis que Vogel, en faisant l'hysométrie de cette région en 1856, y trouva, au lieu de montagnes très-hautes, une plaine basse et marécageuse située à un niveau inférieur à la plus grande partie du Sahara. De même le fameux lac Torrens, que nous voyons encore sur bien des cartes d'Australie occuper un vaste bassin recourbé en fer à cheval, ne doit son existence qu'à un défaut de critique, car les observations exactes faites à l'occasion des récents voyages de Stuart, de Gairdner et d'autres explorateurs australiens n'indiquent, à la place de la grande nappe d'eau supposée, que quelques petits bassins éloignés les uns des autres et qui ne communiquent même pas entre eux. Le lac Torrens n'a pris place sur les cartes d'Australie et les montagnes

de la Lune, dans les plaines basses de l'Afrique centrale, que par suite d'une fausse interprétation et des observations inexactes : c'est sans fondement aussi que la mer de Kara est réputée inaccessible, tandis que nous y voyons la voie la plus proche pour l'exploration du pôle nord en navire.

» Il y trois siècles déjà, le Hollandais Barentz fit le tour de la mer de Kara et trouva la Nouvelle-Zemble revêtue d'herbes et de fleurs. En 1760, le navigateur russe Sawa Loschkin a dû faire le tour complet de la Nouvelle-Zemble en trois étés et deux hivers sans que nous ayons sur son voyage des détails plus précis. L'été dernier enfin la mer de Kara a été traversée à plusieurs reprises par des Russes, par des baleiniers anglais et norvégiens, notamment par le capitaine Johanesen, dont M. Petermann, le promoteur des expéditions allemandes au pôle nord, vient de nous communiquer un Rapport du plus vif intérêt. On sait que la mer de Kara a été traversée en 1869 par les baleiniers Paliser et Carlsen; mais le capitaine Johanesen, en s'occupant également de la chasse aux phoques et aux baleines, a recueilli des observations scientifiques remarquables et traversé, la même année, la mer de Kara de l'ouest à l'est, puis du sud au nord sans difficulté, sans voir une quantité notable de glace flottante.

» Je ne puis donner ici la traduction du Rapport de Johanesen, que M. Petermann se propose de publier dans son excellent recueil des *Geographische Mittheilungen*. Je me bornerai à dire que le hardi baleinier, après avoir atteint la Nouvelle-Zemble le 31 mai, remonta le long de la côte ouest jusqu'au cap Nassau par 76°30′ de latitude nord. Il revint ensuite en arrière, traversa le 17 juillet l'étroit canal de Matotschkin, qui sépare la Nouvelle-Zemble en deux îles distinctes, recourbées en forme de croissant. La mer de Kara fut d'abord traversée du nord au sud, puis le tour complet en fut fait depuis le détroit de Kara jusqu'à 2 degrés au nord de l'embouchure de l'Obi. Il y avait de la glace en fragments aux environs du canal de Kara ou de Waïgatsch, mais la côte orientale de la Nouvelle-Zemble était libre. Cette côte est généralement basse, comme le littoral de la Sibérie dans la péninsule samoyède. Tout le pays des Samoyèdes était revêtu de verdure, ainsi que l'île Blanche, près de l'embouchure de l'Obi. Le 23 août, Johanesen trouva la côte de la Nouvelle-Zemble « couverte d'herbe et de » fleurs, » près du cap Lointain, au delà de 75 degrés de latitude septentrionale. On revint au détroit de Waïgatsch le 29 août pour retourner en Norvége après une navigation heureuse, sans difficulté aucune, sans avoir touché un seul morceau de glace dans cette terrible mer, jusqu'alors réputée couverte de glaces éternelles.

» Selon les marins russes, il n'y a point de glace en été le long de la presqu'île des Samoyèdes et elle n'y apparaît qu'avec les gelées d'automne. Les glaçons flottants observés par Johanesen étaient de faible dimension. En général, ces glaçons sont refoulés vers les côtes orientales de la Nouvelle-Zemble, et, au dire des Russes, ils y restent pendant tout l'été en certaines années. Cette circonstance résulte de la direction des courants. Le courant des fleuves à l'est de l'Obi et celui de l'Obi même se dirigent vers la pointe de la côte orientale de la Nouvelle-Zemble, en marchant par conséquent vers l'ouest et en s'écoulant, en partie, dans l'océan Glacial sur le nord. La branche qui va à l'ouest rencontre le courant de la baie de Kara, et par suite la glace tend à s'accumuler dans cette direction sur la côte orientale de la Nouvelle-Zemble. La mer de Kara elle-même est généralement basse, et présente souvent 5 ou 6 brasses de profondeur à 1 ou 2 milles des côtes, avec un fond de sable et de limon qui provient, en partie, des sédiments de l'Obi, surtout aux environs de l'île Blanche. Ailleurs, la profondeur atteint 60 brasses et plus. En admettant que le voyage de Johanesen se soit accompli dans des circonstances exceptionnellement favorables, il faut cependant reconnaître que, même dans les années les plus mauvaises, la mer de Kara doit présenter, au milieu des glaces, des passes navigables. C'est là du moins l'avis des Russes, et M. Petermann pense également que les côtes de Sibérie sont libres chaque année et que la navigation est possible sur toute l'étendue des côtes de l'Asie septentrionale.

» Dans une Communication, faite à l'Académie des Sciences le 16 juillet 1866, j'ai appelé l'attention sur le développement des glaces dans l'océan Polaire. Une étude attentive des explorations faites depuis quarante ans dans les mers glaciales m'a convaincu de l'existence d'eaux libres dans les parages du pôle nord. M. Nordenskiöld dit bien, à la fin de sa relation des expéditions suédoises aux îles Spitzbergen : « La représentation d'une mer » polaire ouverte est une hypothèse qui ne peut être soutenue, à laquelle » s'oppose l'expérience acquise par des sacrifices considérables, et la seule » voie à suivre pour atteindre le pôle, c'est d'aller au nord en traîneaux, » après un hivernage dans le groupe des Sept-Iles où sort le détroit de » Smith. » Mais à cette assertion s'opposent les faits acquis par les voyages de Parry, de Ross, de Kane, de Hayes, de Weddell, puis surtout les observations récentes des capitaines Long et Johanesen. L'espace dont je dispose ne me permet pas d'entrer dans de longs développements sur l'état des glaces et des courants de l'océan Arctique. Je me bornerai à rappeler que Parry, en voulant s'avancer au nord sur sa banquise hypothétique, fut ar-

rêté par les eaux libres, puis entraîné vers le sud par la glace en dérive. Weddell, de son côté, traversa trois fois en 1823 la barrière de glace de l'océan Austral, avec de simples navires à voiles, l'un de 160, l'autre de 65 tonneaux seulement, et trouva chaque fois, de l'autre côté de cette barrière, une mer ouverte, fourmillant d'oiseaux et de baleines. Dans le nord, l'expédition de Mac-Clintock en 1857, celle de Haven en 1850, qui furent cernés par les glaces dans la mer de Baffin, reconnurent que cette mer ne gèle pas en entier, malgré une température moyenne de — 25 à — 30 degrés centigrades pendant les trois mois d'hiver. Enfin, tous les bois flottés observés sur les côtes des îles Spitzbergen appartiennent sans exception, d'après les recherches de M. Agardh, au *Larix* de Sibérie, et comme la distance des îles Spitzbergen à la côte de Sibérie est de 1000 milles nautiques en ligne droite, ces bois ont dû venir en flottant à la surface des eaux, ce qui implique une mer libre, à certaines époques du moins.

» En tous cas, la mer de Kara peut être traversée chaque année, et la navigation est possible sur toute l'étendue des côtes d'Asie dans l'océan Glacial. Or on peut se rendre en bateau à vapeur de Vardö, en Norvége, à l'Obi par le détroit de Waïgatsch et la mer de Kara en quatre jours. La voie de la mer de Kara offre donc, pour l'exploration du pôle nord, sur celle du cap Horn et du détroit de Behring, un trajet beaucoup plus court, par conséquent moins coûteux. Tout le succès des expéditions dans les mers glaciales dépend de l'énergie et de l'habileté du commandant, non moins que de la bonne appropriation des navires; et, en terminant, nous ferons remarquer que ce ne sont pas les bâtiments les plus forts, mais les plus légers, susceptibles de se mouvoir facilement au milieu des glaces, qui donnent les meilleurs résultats, car les vaisseaux de Weddell, de Long et de Johanesen étaient de simples navires baleiniers de 30 à 125 tonnes. »

M. A. Roujou demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 14 mars dernier. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une « Note sur le type primitif des Mammifères », qui est conçue comme il suit :

« En étudiant la série des Mammifères au point de vue morphologique, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» Le type primitif des Mammifères, celui que je considère comme normal, était caractérisé par un radius et un cubitus, un tibia et un péroné libres, c'est-à-dire non soudés; par cinq doigts aux pieds et aux mains,

huit os au carpe, sept ou huit os au tarse, ou un nombre très-peu éloigné de ces chiffres; des membres antérieurs différant des postérieurs par leurs usages, des clavicules parfaites, des dents simples et assez nombreuses. »

« GÉOMÉTRIE. — **M. Chasles**, en rappelant à l'Académie une Communication de *M. Spottiswoode* qu'il a présentée le 21 mars dernier, concernant le nombre des coniques qu'on peut mener par un point d'une surface, ayant chacune un contact du cinquième ordre avec la surface, ajoute ce qui suit : L'éminent géomètre me demande de communiquer à l'Académie cet énoncé du théorème, en même temps plus précis et plus court : « Chaque point » d'une surface est sextactique en dix des sections faites par les plans d'un » faisceau dont l'axe passe par le point. »

» M. Spottiswoode entend par *sextactique* un point d'une courbe qui admet une conique osculatrice au cinquième ordre. C'est l'expression dont il s'est servi, ainsi que M. Cayley, dans plusieurs Mémoires fort importants (1). »

« **M. Chasles** présente, de la part de M. le prince Boncompagni, le numéro d'octobre du *Bullettino* de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques, qui renferme la suite du travail de M. L.-A. Sédillot intitulé : *Les professeurs de Mathématiques et de Physique générale au Collége de France*. Au sujet de Jean de Merlières, nommé professeur de Mathématiques, en 1577, qui mourut en 1580, et dont le nom est resté à peu près ignoré, M. Boncompagni a fait de nombreuses recherches et est parvenu à citer quelques ouvrages de l'auteur, et diverses mentions qu'il en a trouvées, soit dans des ouvrages imprimés, soit dans les catalogues des grandes bibliothèques. On remarque aussi de pareilles Notes du savant éditeur du *Bullettino*, mais moins étendues, relatives à Jean Stadius et à Roberval. »

« **M. Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. Cremona, d'un Mémoire en italien, extrait des *Rendiconti* de l'Institut royal Lombard (série 2, t. III), sur les 27 droites d'une surface du troisième ordre; sujet qui depuis quelques années n'a pas cessé d'occuper les géomètres, et sur lequel M. C. Jordan notamment a adressé quelques Communications à l'Académie (*Comptes rendus*, 12 avril 1869, p. 865, et 14 février 1870, p. 326) que cite M. Cremona. »

---

(1) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, t. CLV (année 1855) : *On the Sextactic Points of a Plane Curve*; by A. Cayley, p. 545; by W. Spottiswoode, p. 653.

« M. **Chasles** présente à l'Académie le second numéro du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques* de l'École des Hautes études.

» Ce numéro contient : Une étude développée sur l'ouvrage de M. Bertrand, véritable monument élevé au Calcul intégral;

» Un article de M. Hoüel sur la Théorie des fonctions elliptiques, et en particulier sur l'ouvrage allemand de M. Durège;

» Un article de M. Radau sur diverses parties de l'Algèbre supérieure, à l'occasion du Traité de M. G. Salmon, traduit en français par M. Bazin, traduction à laquelle M. Hermite a bien voulu joindre quelques Notes extraites de ses Recherches sur l'équation du cinquième degré.

» La partie consacrée aux Mémoires contient une indication des principaux articles du volume de 1869 du *Journal de Mathématiques et de Physique* publié (en allemand) par MM. Schlömilch, Kahl et Cantor, et un résumé semblable pour le t. LXX des *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences.

» Le numéro se termine par une intéressante étude de M. Hoüel sur la vie du savant russe Lobatchefsky, dont les travaux sur la Géométrie ont, dans ces derniers temps, attiré l'attention des géomètres, et fait le sujet d'un exposé assez développé dans le *Bullettino* du prince Boncompagni. »

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Service municipal des travaux publics. Service des eaux d'égout, année 1869. *Compte rendu des travaux et des résultats. Rapports des ingénieurs; par* MM. MILLE *et* Durand CLAYE. Paris, sans date; br. in-4° autographiée, avec atlas.

Note par M. J. COFFIN. Arras, sans date; 1 page in-8°. (3 exemplaires.)

Vingt-trois brochures diverses, publiées en langue danoise par l'Université d'Helsingfors. 1868-1869; in-8° et in-4°.

On the... *Sur la connexion entre la constitution chimique et l'action physiologique,* 2e partie; *par* MM. A. CRUM BROWN *et* T.-R. FRASER. Édim-

bourg, 1869; in-4°. (Extrait des *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXV.)

Tabulæ quantitatum Besselianarum pro annis 1750 *ad* 1840, *computatæ edi curavit et præfatus est* Otto STRUVE. Petropoli, 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire physique central de Russie, publiées par M. H. WILD, année 1865. Saint-Pétersbourg, 1869; in-4° cartonné.

Repertorium... *Répertoire pour la météorologie, publié par l'Académie impériale des Sciences sous la direction de* M. H. WILD, t. Ier, 1re partie. Saint-Pétersbourg, 1869; in-4°.

Jahresbericht... *Rapport annuel présenté, le* 5 *juin* 1869, *au Comité de l'Observatoire Nicolaï.* Saint-Pétersbourg, 1869; in-8°.

Ueber... *Sur une méthode propre à déterminer l'orbite des comètes, etc.; par* M. H. GYLDEN. Saint-Pétersbourg, 1869; in-8°.

Lithologie... *Lithologie des mers de l'ancien monde; par* M. DELESSE, traduit par M. HAUCHECORNE, de Berlin. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tirage à part du *Journal de la Société géologique allemande*, 1870.)

Cliniche... *Observations cliniques sur la thérapeutique psichiatrique; par* M. C. GIRONE. Aversa, 1870; br. grand in-8°.

La... *La météorographie du globe étudiée à diverses altitudes de la terre; Mémoire de* M. Fr. ZANTEDESCHI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 *juillet* 1844, *publiée par les ordres de* M. *le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics,* t. LXIX, Paris, 1870; in-4° avec planches.

Les Lophobranches; par M. A. DUMÉRIL, Membre de l'Institut. Cherbourg, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg,* t. XV.)

Mémoires de la Société impériale d'Agriculture, de Sciences et d'Arts séant à Douai, 2e série, t. IX, 1866-1867. Douai, 1868; in-8°.

Une fabrique de faux autographes, ou récit de l'affaire Vrain-Lucas; *par*

MM. H. BORDIER *et* E. MABILLE, *accompagné de quatorze* fac-simile *des principaux documents mis en cause dans le procès*. Paris, 1870; in-4°.

Recherches sur les crustacés d'eau douce de Belgique; par M. F. PLATEAU, IIe et IIIe parties. Bruxelles, 1870; in-4° avec planches. (Extrait du t. XXXV des *Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers.*)

Matériaux pour la faune Belge. Crustacés isopodes terrestres; par M. F. PLATEAU. Bruxelles, 1870; in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

D'une seconde nouvelle méthode pour déterminer la parallaxe du Soleil. Florence, 1870; br. grand in-8°.

Compte rendu de la Société de bienfaisance pour l'enseignement des bègues indigents; par M. TERME, député du Rhône. Paris, 1869; br. in-8°.

La France divisée par provinces ecclésiastiques, 1870. *Carte des archevêchés et évêchés suffragants; par* M. C. TALLON. Paris, 1870; in-8°. (2 exemplaires.)

Archivio... *Archives concernant la zoologie, l'anatomie et la physiologie, publiées par les soins des professeurs* S. RICHIARDI *et* G. CANESTRINI, 2e série, t. II, 1er fascicule, mars 1870. Turin et Florence, 1870; in-8°.

Geografia... *Géographie médicale de l'Égypte; par* M. E. ROSSI-BEY. Livourne, 1870; in-8°.

Portolevante et cause de son ensablement; Lettre du comm. A. CIALDI. Rome, 1870; in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Experimentaluntersuchungen... *Recherches expérimentales sur la formation des bulles dans des tubes cylindriques en forme de cercle; par* M. F. MELDE. Leipzig, 1870; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon : Comptes rendus des séances, 4e série, t. II, n° 5. Lyon et Paris, 1869; br. in-8°.

Études sur les terrains agricoles de la Sologne; par M. F. MASURE. Orléans, 1870; avec cartes, gravures sur bois et tableaux. (Présenté par M. Boussingault.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par M. G. DAR-

BOUX, avec la collaboration de MM. HOÜEL et LOEWY, sous la direction de la Commission des Hautes Études, t. I, février 1870. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

L'ordre des Primates, parallèle anatomique de l'homme et des singes; par M. P. BROCA. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Robin.)

Bourbonne et ses eaux minérales; par M. Aug. CAUSARD. Paris, 1870; in-12 avec carte.

Manuel de Conchyliologie, ou Histoire naturelle des Mollusques vivants et fossiles; par M. S.-P. WOODWARD, *augmenté d'un Appendice par* M. RALPH TATE, *traduit de l'anglais sur la deuxième édition par* M. A. HUMBERT. Paris, 1870; 1 vol. in-12 relié, avec planches et figures.

Engrais et amendements laissés par les fermiers sortant de bail. Rapport par M. BONNIER. Lille, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Archives agricoles de l'arrondissement de Lille.*) (3 exemplaires.)

Remarques sur l'équation $x^m - 1 = 0$; *par* M. E. CATALAN. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Phylloxera vastatrix, *hémiptère-homoptère de la famille des Aphidiens, cause prétendue de la maladie actuelle de la vigne; par* M. V. SIGNORET. Paris, 1870; in-8°. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de France*, 1869.)

De la destruction des vers blancs par la jachère, 2e étude; par M. E. HECQUET D'ORVAL. Paris, 1870; br. in-8°.

Physique du globe. Recherches sur le magnétisme terrestre; par M. D. DIAMILLA-MULLER. Turin et Florence, 1870; in-4°.

De la détermination du poids d'un décimètre cube d'eau distillée à 4°; par M. H. WILD. Saint-Pétersbourg, 1870; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. VIII.)

Sulle... *Sur les vingt-sept réseaux d'une surface de troisième ordre; par* M. le prof. L. CREMONA. Milan, 1870; br. in-8°.

Risultate... *Résultats des observations sur l'électricité atmosphérique faites à l'Observatoire de Modène; Mémoire* de M. le prof. D. RAGONA. Modène, 1870; in-8°.

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. II, octobre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Ueber... *Sur les spectres de certains gaz dans les tubes de Geissler;* par M. A. WULLNER. Berlin, 1868; br. in-8°.

Ueber... *Sur les spectres de certains gaz soumis à une haute pression;* par M. A. WULLNER. Bonn, 1868; br. in-8°.

Ueber... *Sur les spectres des éléments de l'eau portée au rouge;* par M. A. WULLNER. Sans lieu ni date; br. in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. Faye.)

ERRATUM.

(Séance du 18 avril 1870.)

Page 848, ligne 12, *au lieu de* 1,3335, *lisez* 1,3332.



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Lamé*, Membre de la Section de Géométrie, décédé le 1er mai 1870.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux et de l'eau distillée; par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« La propriété que possèdent les corps poreux et la surface des corps d'absorber et de fixer les gaz par affinité capillaire, suivant l'état de cette surface et la température, intéresse les sciences physico-chimiques et la physiologie. J'en ai fait une nouvelle étude, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et dont je vais lui faire connaître succinctement les principaux résultats.

» J'ai commencé par rappeler les expériences de Dobéreiner, de Dulong et de Thenard, sur la propriété que possèdent l'éponge de platine et la surface des corps, d'opérer la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, soit à la température ordinaire, soit à des températures plus ou moins élevées, ainsi que celles de T. de Saussure, sur la propriété du charbon et des corps poreux d'absorber les gaz dans des proportions différentes.

» J'ai cherché d'abord quelle pouvait être la force électromotrice du charbon et des métaux purs, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau distillée dans des appareils de platine et conservée dans des vases de même metal et non de verre, afin d'éviter la présence de la soude. Ces corps conducteurs forment trois catégories, sous le rapport de leurs forces électromotrices : la première se compose du charbon ; la seconde de l'or, du platine, du palladium et de l'iridium ; la troisième de l'argent et des métaux oxydables. Dans chacune de ces catégories, les corps possèdent une force électromotrice spéciale : dans la première, le charbon est ordinairement négatif ; dans la seconde, les métaux sont tantôt positifs, tantôt négatifs, suivant la température et la nature des gaz absorbés ; dans la troisième, quand les métaux ont été chauffés, ils sont constamment positifs.

» Si l'on plonge dans deux coupes d'agate, contenant de l'eau distillée et communiquant ensemble avec une bande de papier à filtrer, deux cylindres de charbon chimiquement pur (1), en rapport avec un galvanomètre à très-long fil, l'un dans la première des capsules, l'autre dans la seconde, on n'a point, en général, de courant électrique, quand ils sont convenablement préparés ; mais si l'on retire de l'eau l'un des deux cylindres, et qu'on élève sa température depuis 100 degrés environ jusqu'à la température rouge, en l'enfermant dans un tube de platine, afin d'éviter le contact de la flamme, et qu'on le replonge dans l'eau, après refroidissement, il devient plus ou moins négatif, suivant la température à laquelle il a été porté. Cet état négatif résulte de la propriété que possède le charbon, quand il a absorbé de l'air, de produire ensuite lentement de l'acide carbonique, action chimique qui rend le charbon négatif et l'eau positive.

» L'action de l'eau distillée sur les métaux inoxydables donne lieu à des effets électriques remarquables, qui sont en rapport avec le pouvoir que possède la surface de ces métaux d'absorber les gaz, et particulièrement l'hydrogène et l'oxygène de l'air, et d'en laisser échapper une partie quand on élève leur température ; selon que l'un des deux gaz domine sur l'une des surfaces, on a des effets électriques contraires. Voici les effets obtenus avec deux barreaux de platine fondu, provenant du même échantillon, que je dois à l'obligeance de M. Henri Sainte-Claire Deville, et rendus aussi homogènes que possible : en les frottant avec du papier de verre et en les tenant plongés dans l'eau distillée, il n'y a pas de courant, ce qui annonce que les deux fils sont dépolarisés ou bien qu'ils produisent deux courants

(1) Préparé avec du charbon de sucre candi et dont les produits hydrogénés ont été enlevés par le chlore, puis le chlore par l'hydrogène, et ce dernier par l'eau bouillante.

égaux et dirigés en sens contraire, courants dus au gaz de même nature adhérant aux surfaces et qui sont sur chacune d'elles en égales proportions. Supposons que l'on retire de l'eau l'un des deux fils, et qu'on l'expose à un courant de gaz hydrogène, il devient fortement négatif lors de son contact avec l'eau; avec l'oxygène l'effet est inverse; si l'on sature le métal ou sa surface successivement des deux gaz, il devient négatif, d'où l'on tire la conséquence qu'il absorbe plus d'hydrogène que d'oxygène. Ces propriétés aident à expliquer les effets ci-après :

» Si on expose un fil de platine à une température de 100 degrés, dans un tube chauffé au bain-marie pendant quelques minutes, il devient négatif; en prolongeant l'action calorifique pendant une demi-heure, et même moins, il prend ordinairement l'état positif, lors de son contact avec l'eau; retiré de l'eau et chauffé pendant quelques instants un peu au-dessous du rouge, il devient encore négatif, puis positif quand il est chauffé au rouge blanc, refroidi et plongé dans l'eau distillée. Chauffé pendant quelques instants dans l'eau distillée en ébullition, il perd assez fréquemment sa polarité. Voici comment on peut expliquer ces effets : le platine qui a absorbé de l'hydrogène est négatif, par suite de sa réaction sur l'eau, et il reste tel en le chauffant jusqu'au rouge, où il devient positif; à ce moment, l'affinité capillaire de l'hydrogène pour le platine est détruite, et le gaz se dégage. Pendant le refroidissement le métal absorbe de l'air qui le rend positif lors de l'immersion, tandis que l'eau est négative. Le platine qui a absorbé de l'oxygène donne des effets contraires, quand le platine a été chauffé pendant plus ou moins de temps à 100 degrés et même au-dessous, ensuite au-dessous du rouge jusqu'au rouge blanc, comme on vient de le dire.

» Les effets obtenus ne peuvent s'expliquer qu'en admettant :

» 1° La décomposition de la vapeur d'eau atmosphérique ou de l'eau sous l'influence du métal, à une température plus ou moins élevée;

» 2° Une différence dans le mode d'absorption de l'hydrogène et de l'oxygène suivant la durée de l'action calorifique, comme je le démontre dans mon Mémoire. Je dirai seulement que, lorsque cette action est prolongée hors du contact de l'eau, l'hydrogène se dégage, l'air est absorbé pendant le refroidissement, et le métal devient alors positif lors de son contact avec l'eau.

» Notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville a trouvé que lorsqu'on chauffe au rouge, dans un fourneau à reverbère, un tube de platine ou de porcelaine, rempli de gaz azote et entouré d'un manchon de porcelaine contenant de l'hydrogène, ce dernier gaz traverse le tube, et sa pression s'ajoute à celle de l'azote : ne pourrait-on pas admettre que, dans les ex-

périences précédentes, l'hydrogène provenant de la flamme qui a servi à élever la température du métal, ayant été absorbé par ce dernier, est une des causes du dégagement de l'électricité? Cette cause peut intervenir, mais n'est pas la seule.

» Je ferai remarquer qu'en chauffant le métal renfermé dans un tube de verre où l'on a fait le vide avec la machine pneumatique, il devient encore négatif, en le plongeant dans l'eau; il serait possible alors que la faible quantité de vapeur d'eau qui se trouve encore dans le tube, en se décomposant, rendît le platine négatif.

» L'expérience suivante vient à l'appui de cette explication. Au lieu de chauffer le métal retiré de l'eau, à un foyer de chaleur alimenté par un combustible, on le place au foyer d'une lentille sur laquelle on fait tomber des rayons solaires, sans atteindre la température rouge (1) : le métal mis en contact avec l'eau devient encore négatif, de neutre qu'il était auparavant, comme si on l'eût chauffé à un foyer de chaleur ordinaire.

» L'hydrogène ne peut donc provenir, ici, que de l'eau atmosphérique ou de l'eau adhérente à la surface, laquelle, sous l'influence de la chaleur solaire et du métal, a été décomposée; l'oxygène et l'hydrogène sont absorbés par le métal en inégales proportions, comme on l'a vu précédemment. En prolongeant l'action calorifique, des effets contraires sont produits, comme on l'a dit plus haut, l'hydrogène étant éliminé.

» Il serait à désirer que l'on pût recueillir le gaz dégagé, mais l'action chimique est tellement faible qu'on n'en voit pas la possibilité. Au surplus, il en est de la méthode galvanométrique comme de celle du spectroscope : elle permet de constater la présence de corps quand les moyens ordinaires de la chimie ne peuvent le faire. Pour donner une idée de la sensibilité de la méthode galvanométrique pour constater, sur une lame de platine, la présence d'un gaz en quantité tellement faible qu'on ne saurait l'évaluer par les procédés ordinaires de la chimie, je rappellerai à l'Académie que j'ai montré qu'il fallait environ 20000 charges d'une batterie de 1 mètre carré, chargée de manière à donner des étincelles à 11 millimètres de distance, pour décomposer 1 milligramme d'eau; or, quand on pense que la décharge dans l'eau distillée, au moyen de deux lames de platine, de l'électricité produite par le frottement d'un bâton de gomme laque, et dont la quantité est excessivement minime par rapport à celle de la batterie, suffit pour polariser les lames et donner ensuite un courant électrique assez énergique, on doit voir par là combien sont faibles les quantités de gaz hydrogène et

(1) Et en ayant égard au temps comme précédemment.

oxygène, provenant de la décomposition de l'eau, qui produisent la polarisation électro-chimique.

» L'expérience suivante donnera encore une idée de la sensibilité du procédé d'expérimentation dont j'ai fait usage précédemment.

» Elle consiste à prendre l'un des deux barreaux immergés n'étant plus polarisés, et à l'exposer pendant quelques instants à la vapeur d'iode; on le replonge ensuite dans l'eau, et il devient aussitôt fortement positif, effet qui ne peut provenir que de la formation immédiate d'acide iodhydrique, aux dépens de l'hydrogène de l'eau, dont la quantité ne peut être appréciée.

» L'or, le palladium et l'iridium se comportent comme le platine, à quelques différences près, dépendant de leur nature et par suite de leurs propriétés absorbantes. Lorsque le platine et l'or sont dépolarisés complétement, en prenant les précautions que j'indique, ils ne donnent lieu à aucun courant quand, étant en rapport avec un galvanomètre, on les plonge dans l'eau distillée, contrairement à l'opinion de quelques physiciens. Cette propriété confirme la théorie électro-chimique de la pile qui est généralement adoptée et que j'ai substituée, de concert avec M. de la Rive, depuis près de cinquante ans, à la théorie du contact.

» On a vu précédemment que l'argent, le cuivre, le fer et d'autres métaux oxydables sont toujours positifs après avoir été chauffés à des températures très-peu élevées; or, ces métaux s'oxydant par l'action de la chaleur, la légère couche d'oxyde qui se forme sur la surface, et qui est retenue par affinité capillaire, la préserve de l'action oxydante de l'eau, de sorte que l'autre lame, étant attaquée, devient négative. Il se produit, dans ce cas, des effets semblables à ceux que présente le fer, quand, ayant été chauffé au rouge, on le plonge dans l'acide nitrique: ce métal n'est plus attaqué alors par l'acide. En opérant avec d'autres gaz, notamment avec l'azote, on obtient des résultats électriques analogues, sur lesquels je reviendrai prochainement.

» Il résulte des faits précédemment exposés que, dans les recherches électro-physiologiques où l'on emploie des lames ou fils de platine, on ne saurait prendre trop de précautions, quand on les dépolarise par la chaleur, pour se mettre en garde contre les effets complexes dont on vient de parler, et qui seraient autant de causes d'erreur: j'indique dans mon Mémoire toutes les précautions à prendre pour les éviter. C'est en m'y conformant que j'ai reconnu de nouveau l'existence du courant osseux dirigé de l'intérieur à l'extérieur des os.

» A l'aide du même mode d'expérimentation, on met en évidence la décomposition lente qu'éprouve au contact de l'eau et de l'air la matière

organique des os fossiles dont les cartilages n'ont pas entièrement disparu, ainsi que la décomposition de certaines substances minérales au contact de l'eau et de l'air.

» D'autres corps jouissent de la même propriété que les métaux inoxydables d'absorber des gaz, notamment le quartz blanc, broyé en parties très-ténues, lequel devient négatif à une température élevée, effet qui ne peut être attribué qu'à la présence de l'hydrogène provenant de la décomposition de la vapeur d'eau atmosphérique, comme en opérant avec le platine.

» Il en est de même de la topaze blanche du Brésil; le spath fluor incolore ne présente pas sensiblement cet effet.

» Il résulte des faits exposés dans le Mémoire, que les effets électriques obtenus au contact des métaux inoxydables et de l'eau distillée, chimiquement pure, sont dus, non à une action spéciale de contact, mais bien à la réaction de l'eau sur les gaz absorbés par ces métaux, effets qui varient avec leur état moléculaire et la température; qu'à l'égard des métaux oxydables, les effets électriques produits, quand on les chauffe, proviennent de la présence de la très-légère couche d'oxyde adhérente à leur surface, laquelle les rend positifs par rapport aux métaux non préservés.

» Dans un autre Mémoire, j'entrerai dans de plus amples détails sur les phénomènes dont je viens de faire connaître les causes à l'Académie, et je m'occuperai en même temps de l'absorption des gaz par les tissus organiques et non organiques, question qui intéresse la physiologie et la médecine à un haut degré. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la Note de* M. Croullebois, *sur l'indice de réfraction de l'eau; par* M. J. Jamin.

« La théorie de l'émission veut que la puissance réfractive des corps soit proportionnelle à leur densité; et comme la doctrine des ondulations n'exige rien de pareil, Arago eut l'idée de chercher des arguments pour ou contre, en mesurant l'indice de l'eau au voisinage de son maximum de densité. Par la méthode du prisme, il trouva d'abord que l'indice diminuait depuis zéro jusqu'à 20 degrés; puis, par un réfracteur à franges, il compara la vitesse de la lumière dans deux tubes pleins d'eau, d'égale longueur, à des températures inégales, et il confirma ses premières recherches.

» Vers 1850, il me confia le soin de les continuer et me remit l'appareil qui lui avait servi. Je constatai alors la vérité de ses assertions, sans pouvoir mesurer la variation de l'indice; mais ayant réussi, en 1856, à écarter davan-

tage les rayons interférents, je repris le sujet : je constatai de nouveau la diminution progressive de l'indice pendant l'échauffement de l'eau, et je la représentai par la formule suivante (*Comptes rendus*, t. XLIII, p. 1193) :

$$n_t = n_0 - (0,000012573)\,t - (0,000001929)\,t^2.$$

» Plusieurs physiciens ont repris ce sujet : 1° en 1860, MM. Dale et Gladstone constatent l'absence de maximum à $+4$ degrés et le décroissement continu de l'indice à partir de zéro, décroissement qu'ils mesurent dans deux séries d'expériences très-soignées (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII) ; 2° deux professeurs de l'Université d'Utrecht, MM. Hoeck et Oudemans, s'entourant de précautions inhabituelles et multipliant les observations, constatent l'exactitude de mes résultats aux températures supérieures à zéro ; ils étendent même la formule au-dessous, par extrapolation, et la justifient par une circonstance inattendue : elle indiquait en effet un indice maximum non à $+4$ degrés, mais au-dessous de zéro, vers -4 degrés, et MM. Hoeck et Oudemans, en refroidissant l'eau à l'abri de l'air et la maintenant liquide, ont constaté expérimentalement l'existence de ce maximum à $-5°,6$; 3° enfin, mon collègue M. Cornu a mesuré dans l'hiver de 1864 la déviation de la lumière à travers un prisme rempli d'eau, et il a reproduit les mêmes résultats : s'il ne les a pas publiés alors, c'est que, les ayant reconnus conformes aux miens, il a cru inutile de le dire.

» Voilà donc, à ma connaissance, sept expérimentateurs d'accord et un point scientifique qui paraît rigoureusement fixé. Cependant M. Croullebois annonce que tout le monde s'est trompé et que l'eau offre un indice maximum à $+4$ degrés. Je vais discuter la méthode et les résultats de M. Croullebois.

» I. La méthode revient à ceci : faire passer deux faisceaux interférents dans une auge pleine d'eau, à travers deux lames de verre dont l'indice est n, et dont les épaisseurs diffèrent d'une petite quantité e. Un des rayons traverse l'excès de verre e; il y éprouve un retard en; l'autre franchit une égale longueur d'eau et se retarde de en'. La différence $en - en'$ occasionne un déplacement de k franges, et si λ est la longueur d'onde, on a

$$e(n - n') = k\lambda.$$

» Quand la température change, le nombre k des franges déplacées change. M. Croullebois mesure ce changement.

» Il y a ici deux variables, n et n'. Suivant M. Fizeau, l'indice des verres éprouve des variations très-graves avec la température ; elles peuvent attein-

dre et dépasser la variation de l'indice de l'eau, surtout dans le voisinage d'un maximum. On ne peut les mesurer que par des procédés interférentiels très-délicats. Mais c'est une recherche qu'il faut faire préalablement, et l'on ne pourra obtenir l'indice de l'eau n' qu'après avoir remplacé celui du verre n par la valeur qui convient à chacune des températures où l'on opérera. M. Croullebois ne parle pas de cette correction. S'il ne l'a pas faite, il faut rejeter ses expériences; s'il l'a exécutée, ce que je ne crois pas, on reconnaîtra que sa méthode est bien complexe, puisqu'elle mesure n' en fonction d'une quantité variable qui est plus difficile à déterminer que n'.

» II. Non-seulement cette méthode est complexe, mais elle manque de sensibilité. Supposons qu'à zéro on ait établi entre les deux rayons une différence de 100 franges, ce qui est le maximum; qu'ensuite on ait élevé la température à 4 degrés; k aura changé, et l'on peut calculer ce changement en remplaçant dans la formule précédente l'indice de l'eau par les valeurs que M. Croullebois lui assigne à zéro et $+4$ degrés. Or on trouve qu'il est égal à $0^{\circ},01$. Cela revient à dire que si l'eau avait le maximum d'indice annoncé, il ne se révélerait que par $\frac{1}{100}$ de frange, ce qui est tout à fait insuffisant pour le faire soupçonner, *à fortiori* pour permettre de le mesurer, parce que c'est un effet plus petit que les erreurs d'observation.

» La méthode interférentielle ne mérite aucun de ces reproches : c'est de l'eau froide que l'on compare à une égale épaisseur d'eau chaude; le déplacement des franges est produit par la différence $n - n'$ des valeurs de l'indice aux deux températures, c'est-à-dire par la variation même qu'on veut apprécier, sans qu'il y ait aucun intermédiaire étranger. Cette différence est multipliée par l'épaisseur e, qui n'est plus égale à quelques dixièmes de millièmes, mais à 500 millimètres au moins, de sorte que l'effet du changement d'indice devient prédominant, pendant que les causes perturbatrices n'augmentent pas. Entre zéro et 4 degrés ce changement occasionnerait un déplacement de 30 franges au lieu de $\frac{1}{100}$ de frange : la méthode ancienne est ainsi 3000 fois plus sensible que la nouvelle, et s'il est permis de dire que M. Croullebois n'a pu apprécier $\frac{1}{100}$ de frange, on peut affirmer d'autre part qu'un observateur aussi sagace que l'était Arago n'a pu se tromper de 30 franges, et laisser passer sans la voir l'inversion qu'on dit se produire à 4 degrés.

» III. Les résultats annoncés par M. Croullebois soulèvent encore plus d'objections que sa méthode. D'après la formule qui les résume, l'indice augmenterait à partir de zéro, diminuerait ensuite, pour reprendre entre 9 et 10 degrés sa valeur primitive. A cette assertion j'oppose les nombres sui-

vants, extraits du Mémoire de MM. Dale et Gladstone, et qui représentent les indices des raies A, D et H :

	A	D	H
0°	1,3291	1,3330	1,3438
5°	1,3290	1,3329	1,3436
10°	1,3288	1,3327	1,3434

» IV. Il y a une manière simple de vider la question, c'est de placer au centre d'un cercle divisé un prisme plein d'eau, de mesurer la déviation à zéro, et de laisser le liquide se réchauffer progressivement. S'il y a en réalité un maximum, on verra la déviation augmenter d'abord, pour décroître ensuite; s'il n'y en a pas, elle diminuera constamment. J'avais déjà pris mes dispositions pour installer cette expérience; mais M. Cornu a bien voulu m'en éviter la peine en m'apprenant qu'il l'avait faite précisément dans ces conditions, et qu'elle lui avait montré une déviation décroissante (1). Je conseille à M. Croullebois de répéter cette épreuve ainsi que l'expérience d'Arago avant de persister dans ses conclusions. »

PHYSIQUE. — *Réponse à la Note de* M. Renou *sur la chaleur latente de la glace, déduite des expériences de Laplace et Lavoisier; par* **M. J. Jamin.**

« M. Renou n'admet pas la concordance que j'ai eu le bonheur d'établir entre une expérience célèbre de Laplace et Lavoisier et les mesures des physiciens modernes, par la raison que les thermomètres anciens ne sont pas exacts, et qu'on ne peut compter sur aucun nombre thermométrique de cette époque. Il manque quelque chose à ce raisonnement : M. Renou n'a pas calculé l'influence que cette cause d'erreur peut avoir dans la détermination de la chaleur latente de la glace; je vais combler cette lacune.

» M. Renou admet, avec quelque vraisemblance, que le point 100 des thermomètres de Lavoisier était trop bas et répondait à une température vraie au moins égale à 101°,8; de façon que 75 degrés valaient réellement 76 degrés. Or Lavoisier résume ses expériences en disant qu'il a fixé à 75 le nombre des degrés de chaleur que la glace absorbe pour se réduire en eau. Corrigeons donc ce nombre, comme le veut M. Renou, portons-le à 76 et calculons, par la formule que nous avons donnée M. Amaury et moi, le nombre des calories Q qui correspond à 76 degrés. Nous trouvons

$$Q = 79,35.$$

(1) *Voir* plus loin la Note de *M. Cornu*, à la Correspondance, p. 989.

» On voit que cette correction n'a pas d'influence notable.

» Il est bien vrai que les thermomètres de cette époque étaient moins parfaits que les nôtres, que celui de Lavoisier, comme le montre M. Renou par l'exemple des caves de l'Observatoire, commettait une erreur de 3 dixièmes et même de 4 dixièmes de degré; il est bien vrai que Deluc fixait la température du sang à 29°,9 R., au lieu de 29°,5, se trompant ainsi de 4 dixièmes. Personne ne conteste ces imperfections; personne ne veut donner à Lavoisier un mérite d'exactitude qui n'était ni de son temps ni dans ses moyens; il ne faut pourtant pas répudier comme nul ce qu'il a mesuré avec soin, il vaut mieux remplir le devoir pieux d'absoudre nos maîtres anciens de leurs fautes en les expliquant.

» Or ce qui frappe, ce n'est pas que les thermomètres anciens soient imparfaits, c'est plutôt qu'ils ne le soient pas davantage. Dans l'exemple qui fait l'objet de cette Note, il ne s'agit pas d'une erreur de quelques dixièmes, mais de *quatre degrés et un quart*, et il est impossible de l'attribuer soit au thermomètre, soit à la maladresse de Lavoisier. Elle vient d'une autre cause, que j'ai signalée et que je maintiens : de ce que l'on supposait constante la chaleur spécifique de l'eau, qui est variable. C'est là qu'était la faute capitale de Lavoisier; ce qui vient du thermomètre est péché véniel et ne mérite pas qu'on s'y arrête. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques d'une combinaison de protochlorure de platine et de triéthylphosphine analogue au sel de Magnus; par* M. **Des Cloizeaux.**

« La combinaison jaune de triéthylphosphine et de chlorure de platine, $Ph(C^4H^5)^3PtCl$, présentée à l'Académie, dans sa dernière séance, par M. Cahours, forme des cristaux transparents, très-nets, et d'une détermination facile. Ces cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique de 92°40', et la forme qu'ils affectent est tantôt celle du prisme primitif simple, aplati suivant la base, tantôt celle du même prisme allongé parallèlement à son axe vertical et modifié sur les arêtes aiguës de sa base par l'hémioctaèdre $b^{\frac{1}{2}}$. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont, en général, très-inégalement développées, ce qui pourrait faire croire qu'elles offrent une tendance à l'hémiédrie, et ce qui donne souvent aux cristaux un aspect assez dissymétrique ; mais je me suis assuré que l'inégalité de leur développement ne présente aucune régularité.

» Les dimensions de la forme primitive, et les principaux angles des

cristaux sont :

$$b : h :: 1000 : 435,107 \quad D = 664,328 \quad d = 747,440.$$

Angle plan de la base $= 83°15'42''$.
Angle plan des faces latérales $= 113°18'34''$.
Obliquité du prisme primitif $= 121°58'$.

Angles calculés.	Angles observés.
$^*mm = 92°40'$ en avant	$92°40'$ moy.
$mm = 87°20'$ côté	$87°18'$ moy.
$^*pm$ antér. $= 112°31'$	$112°31'$ moy.
$pb^{\frac{1}{2}} = 132°57'$	$133°38'$ envir.
$pm = 67°29'$ sur $b^{\frac{1}{2}}$	$67°27'$ moy.
$^*b^{\frac{1}{2}}m$ adjac. $= 114°32'$	$114°32'$ moy.
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ adj. $= 113°40'$	»

» Les cristaux jaunes, quoique très-fragiles, permettent d'obtenir un clivage net et facile parallèlement à la base, et deux clivages un peu moins faciles, parallèlement aux faces latérales du prisme primitif. Leur double réfraction est très-énergique. Les axes optiques sont compris dans un plan passant par la diagonale horizontale de la base, et s'inclinant vers l'arête d'intersection des faces postérieures $b^{\frac{1}{2}}$; leur bissectrice *aiguë* est *négative;* pour la partie moyenne du spectre, elle fait, comme le plan des axes, un angle de 10 à 12 degrés avec une normale à la base, et un angle de $68°1'$ à $70°1'$ avec une normale à l'arête antérieure $\frac{m}{m}$.

» La dispersion propre des axes optiques est assez faible avec $\rho < \nu$; la dispersion *horizontale* est, au contraire, très-marquée, et elle se manifeste par des différences bien tranchées dans les couleurs des courbes isochromatiques vues dans le plan de polarisation, ou à 45 degrés de ce plan. L'écartement apparent des axes dans l'huile a été trouvé, à 16° C., sur une lame de clivage parallèle à la base et redressée à l'aide d'un prisme de verre :

$$2H = 94°19' \text{ ray. rouges. »}$$

M. Aug. Duméril fait hommage à l'Académie de deux brochures qu'il vient de publier, et qui ont pour titres : « De la vessie natatoire des Ganoïdes et des Dipnés » et « Le Lépidosiren et le Protoptère appartiennent à la classe des Poissons, où ils sont les types de la sous-classe des Dipnés ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Observations anatomiques et physiologiques sur la moelle des plantes ligneuses.* Mémoire de M. A. Gris, présenté par M. Brongniart. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Duchartre.)

« L'année dernière, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de mes premières observations sur la moelle des plantes ligneuses. Qu'elle me permette aujourd'hui, en lui présentant mon Mémoire entièrement rédigé, de compléter succinctement ces premières données par les considérations suivantes.

» *Éléments médullaires.* — On ne trouve dans la moelle des entre-nœuds développés que trois sortes de cellules : des cellules *actives*, des cellules *inertes* et des cellules *cristalligènes*.

» Les cellules *actives* sont généralement munies de parois épaisses et canaliculées et produisent des matières de réserve granuleuses.

» Les cellules *inertes* sont munies de parois minces et ponctuées, ne produisent pas de matières de réserve granuleuses, mais enserrent fréquemment des gaz.

» Les cellules *cristalligènes* sont munies d'une enveloppe très-ténue, d'une nature spéciale, et produisent des formations cristallines.

» *Contenu des éléments médullaires.* — Les cellules *actives* contiennent des corpuscules amylacés simples et composés auxquels peuvent se joindre une petite quantité de matière verte, du tannin et des cristaux.

» Le tannin a déjà été indiqué dans la moelle d'un certain nombre d'espèces par M. Trécul et par M. Hartig. J'ai fait quelques observations pour reconnaître la présence de cette substance, qui paraît assimilable comme le sucre et l'amidon. Aux premiers jours du mois d'avril, j'ai trouvé du tannin dans des plantes appartenant à des types très-divers (*Myrica*, *Betula*, *Alnus*, *Quercus*, *Corylus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, *Platanus*, *Acer*, *Pyrus*, *Photinia*, *Eriobotrya*, *Cotoneaster*, *Rhododendron*, *Zenobia*, *Clethra*, etc.). Sa répartition est très-générale dans les cellules actives de la moelle. Il accompagne ordinairement les granules amylacés.

» Les cellules *inertes*, dont les parois sont minces et ponctuées, et qui renferment fréquemment des gaz, sont parfois le siége de formations cristallines, mais ne contiennent pas de granules amylacés, et, dans les espèces

que j'ai soumises à l'action des sels de fer, ne manifestent point la présence du tannin.

» Les utricules *cristalligènes*, remarquables par la ténuité de leurs parois, ne renferment ni granules amylacés ni tannin. Mais on y voit assez souvent des gaz. Les cristaux sont ou simples ou agrégés. Ces derniers sont très-répandus. Parmi les nombreuses espèces que j'ai étudiées, le *Cissus* seul m'a présenté des raphides.

» *Types généraux d'organisation.* — On peut répartir en deux groupes principaux les divers modes d'organisation de la moelle internodale : ou bien elle est essentiellement formée de cellules actives, ou présente à la fois des cellules actives et des utricules cristalligènes (*moelle homogène*) ; ou bien elle renferme des cellules actives et des cellules inertes (*moelle hétérogène* (1).

» *Formes dérivées d'organisation.* — La moelle homogène présente des formes dérivées suivant le nombre et la disposition des utricules cristalligènes qui s'ajoutent aux cellules actives [*moelle homogène* proprement dite (Poirier), mêlée (*Pernettya*), réticulée (*Ledum*)].

» La *moelle hétérogène* présente diverses variétés suivant le nombre et la disposition des cellules inertes qui s'ajoutent aux cellules actives, suivant que le tissu est continu ou discontinu [*moelle hétérogène* proprement dite (*Berberis*), sériée (*Viburnum*), réticulée (*Rosa*), mêlée (Pommier), diaphragmatique (Tulipier), discontinue diaphragmatique (Noyer), fistuleuse (*Lonicera*)].

» *Vitalité de la moelle.* — Mes observations ont porté généralement sur des rameaux d'un an à *dix ans; homogène* ou *hétérogène*, leur moelle est, à diverses époques de l'année, riche en matières de réserve. Dans le Charme et dans le Hêtre, elle sécrète de la fécule dans des axes âgés de douze à treize ans; dans le Chêne et le Bouleau, sa trame est amylifère dans des troncs ayant quatorze ou quinze ans de végétation ; dans le Platane, elle est ferme, fraîche et féculente au sein d'une grosse branche offrant dix-huit zones d'accroissement ; elle offre les mêmes caractères et les mêmes propriétés dans une branche de *Gleditschia ferox* sur la section de laquelle on peut compter vingt couches concentriques pressées ; M. Payen l'a trouvée riche en fécule dans un tronc de Frêne ayant vingt-huit ans. D'après ces observations on peut être complétement éclairé sur la prétendue inertie de la moelle, trop longtemps professée dans nos écoles, et reconnaître l'im-

(1) Dans des cas exceptionnels, elle ne paraît présenter que des cellules inertes.

portance de ce tissu comme réservoir de substance nutritive. Ses matières de réserve se résorbent et se reproduisent périodiquement pendant tout le temps que dure sa vitalité.

» *Anatomie comparée.* — Comme je l'ai déjà dit, l'anatomie comparée de la moelle internodale peut conduire à des considérations taxonomiques intéressantes. J'ai soumis à cette étude les *Caprifoliacées, Éricinées, Oléinées; Ilicinées, Berbéridées, Magnoliacées, Celtidées, Hamamélidées, Rosacées, Pomacées, Juglandées, Quercinées, Corylacées, Bétulinées*, etc. Mes nouvelles observations, dont il m'est impossible de présenter ici les principaux résultats, n'ont fait que confirmer ceux que j'ai déjà mentionnés dans ma première Communication. Par la constance de sa structure dans chacune des espèces des genres vraiment naturels, la moelle peut servir à distinguer ces genres et à décider de la valeur de certains groupes discutés et fondés sur l'organisation florale seule. Elle peut même quelquefois servir à caractériser toute une famille et même toute une classe. »

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux;* *par* M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai déjà appelé l'attention de l'Académie (1) sur cette observation que, pour les métaux alcalins et les chlorures alcalino-terreux, la substitution du métal *à un métal analogue* produisait, dans la longueur d'onde moyenne du spectre, un accroissement sensiblement proportionnel à l'augmentation du poids moléculaire. J'ai, depuis lors, fait porter la substitution sur le corps halogène, étudiant successivement les spectres du chlorure de baryum, du bromure de baryum et de l'iodure de baryum.

» *Chlorure de baryum.* — J'ai déjà eu l'honneur d'adresser à l'Académie un dessin de ce spectre, dont les six raies se partagent en trois groupes, tous centrés sur le même point de l'échelle spectrale :

Groupe intérieur...............	$\delta_1 = 520,2$	moyenne $= 518,6$	moyenne générale 518,7.
»	$\delta_2 = 517,0$		
Groupe des deux plus fortes raies..	$\alpha = 524,1$	moyenne $= 518,8$	
»	$\beta = 513,6$		
Groupe extérieur...............	$\gamma = 531,2$	moyenne $= 518,8$	
»	$\varepsilon = 506,4$		

(1) *Comptes rendus*, 24 janvier 1870.

» *Bromure de baryum.* — Ce spectre présente l'analogie la plus complète avec celui du chlorure de baryum; il se compose de même de six raies principales, formant trois groupes centrés presque exactement sur un même point :

Groupe intérieur.	$\delta_1 = 530,4$	moyenne $= 527,6$	moyenne générale $= 527,9$.
»	$\delta_2 = 524,9$		
Groupe des deux plus fortes raies.	$\alpha = 535,8$	moyenne $= 528,2$	
»	$\beta = 520,6$		
Groupe extérieur.	$\gamma = 541,0$	moyenne $= 527,9$	
»	$\varepsilon = 514,9$		

» Les intensités relatives des raies suivent le même ordre dans ces deux spectres. Les raies des groupes de même ordre sont plus écartées dans le spectre du bromure que dans celui du chlorure; pour le groupe $\alpha\beta$, l'élargissement est 4,7; pour $\delta_1\,\delta_2$, 2,3; et pour $\gamma\varepsilon$, 1,3 seulement (ces nombres sont comme $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$). Il y a, en outre des six principales, deux raies qui s'observent aussi avec d'autres sels de baryum (1); elles paraissent conserver cependant dans le chlorure une intensité relativement plus grande que les autres raies étrangères à ce spectre; elles sont centrées sur le même point que les trois autres groupes (2):

Très-faible	545,8	moyenne $= 528,0$.
Faible	510,2	

Un beau spectre du bromure de baryum s'obtient en faisant traverser au gaz un ballon contenant du brome.

» *Iodure de baryum* — Ce spectre, moins facile à obtenir que celui du bromure, n'a pu être entièrement dégagé de celui du baryum, sur le fond duquel on distingue deux grosses raies, un peu nébuleuses et très-brillantes, lorsqu'on introduit dans la flamme un mélange d'iodure de baryum et d'iode. Les deux fortes raies de l'iodure de baryum paraissent correspondre aux raies α, β du chlorure et du bromure, et ont pour longueurs d'ondes

$$\alpha = 570,7 \text{ et } \beta = 537,6;\ \text{moyenne} = 549,1.$$

» Dans les spectres du chlore et du bromure, les centres, soit du spectre

(1) Et notamment avec le chlorure de baryum et l'étincelle d'induction.

(2) Il se peut que certaines raies appartenant au métal puissent se produire avec un composé de ce métal, lorsque leurs positions sur l'échelle des longueurs d'onde leur permet de faire partie du nouveau spectre sans en altérer l'équilibre mécanique.

entier, soit d'un seul groupe binaire, se confondent sensiblement; en étendant par analogie cette notion à l'iodure, nous aurons une confirmation de l'observation directe qui donne la moyenne des deux raies de l'iodure comme centre du spectre entier, et nous pourrons établir une proportion entre les accroissements de poids moléculaires et de longueur d'onde :

	Poids moléculaires.	Différences.		Longueurs d'onde de centres de gravité des spectres.	Différences.
Chlorure de baryum....	1301,2		......	518,7	
		556,8			9,2
Bromure de baryum....	1858,0		......	527,9	
		586,0			21,2
Iodure de baryum......	2444,0		......	549,1	

» En posant la proportion 556,8 : 9,2 :: 586,0 : x, on trouve $x = 9,7$, c'est-à-dire à peu près deux fois moins que le résultat de l'observation :

$$2 \times 19,7 = 19,4$$

$$\begin{array}{rl} 21,2 & \text{observé} \\ \hline 1,8 & \text{excès.} \end{array}$$

» En valeur absolue, l'augmentation de longueur d'onde est cependant plus faible, pour un même accroissement de poids moléculaire, dans la substitution du métalloïde que dans celle du métal, car le chlorure de baryum 1301,2, dans sa transformation en iodure de baryum 2444,0, ne gagne en longueur d'onde que 30,4; tandis que le chlorure de calcium 692,2, dans sa transformation en chlorure de baryum 1301,2, gagne en longueur d'onde 85,1.

» Dans le cas qui nous occupe, le rapport des poids de la molécule primitive et de la molécule résultante est le même, qu'il y ait substitution du métal ou du corps halogène, tandis que le rapport des accroissements de longueur d'onde est différent pour les deux genres de substitutions. Je conclus de cette remarque, et de la grande analogie des spectres des sels d'un même métal, que c'est principalement celui-ci, et non le corps halogène qui détermine la forme et l'équilibre mécanique de la molécule.

» L'hypothèse d'un accroissement de longueur d'onde proportionnel aux augmentations de poids moléculaire (ou double de cette valeur) nous a donné des nombres un peu plus faibles que les nombres observés. Les restes 0,5..., 1,6 et 1,8 proviennent, je crois, de ce que l'augmentation de longueur d'onde serait indépendamment fonction des deux nombres (1)

---

(1) L'accroissement de poids atomique, pour l'intervalle des séries naturelles qui nous

dont se compose l'accroissement du poids moléculaire du deuxième au troisième terme des séries chimiques [1], et de ce que le plus petit de ces deux nombres aurait, sur les accroissements de longueur d'onde, une influence relativement plus grande que le nombre principal. Pour l'accroissement de longueur d'onde, produit par la substitution des métaux alcalins et alcalino-terreux, je propose la formule

$$(a) \qquad x = n(1+q)^2,$$

dans laquelle, A étant l'accroissement du poids moléculaire du premier au deuxième terme, B l'accroissement du poids moléculaire du deuxième au troisième, q désigne la valeur de $\frac{B-A}{A}$; n est l'accroissement de longueur d'onde, du premier au deuxième terme; x l'accroissement de longueur d'onde, du deuxième au troisième.

» Pour la substitution des corps halogènes, on appliquerait deux fois de suite la formule (a), en donnant la deuxième fois à n la valeur fournie pour x par la première opération, et l'on ajouterait les deux valeurs de x; autrement on emploierait la formule équivalente

$$(b) \qquad x = n(1+q)^2 + n(1+q)^4.$$

» L'étude des spectres s'accorde avec celle des propriétés chimiques, pour distinguer, dans chaque famille naturelle, trois termes consécutifs offrant entre eux des analogies plus étroites qu'avec les autres termes de la série. Ces petits groupes sont, pour les séries étudiées spectralement,

K	Ca	Cl
Rb	Sr	Br
Cs	Ba	I.

» Enfin une subdivision paraît encore possible en se fondant sur les réactions spectrales et chimiques, car la parenté semble plus resserrée entre le premier et le deuxième terme de chaque groupe qu'entre le deuxième et le troisième. »

---

intéresse, est égal à l'accroissement de l'intervalle précédent, plus une petite quantité, toujours faible par rapport à la première.

(1) Je ne considère ici que les trois termes qui offrent entre eux une plus grande analogie qu'avec les autres membres des séries (*voir* plus loin).

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, la somme nécessaire à un surcroît de dépenses, occasionné par la publication de plusieurs volumes de Mémoires, et de la Table générale des *Comptes rendus*.

M. le Président de la Société Chimique de Paris adresse des remercîments à l'Académie, qui a bien voulu comprendre cette Société parmi celles auxquelles elle adresse ses publications.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte que les sciences viennent de faire dans la personne de *M. Eugenio Sismonda*, Membre et Secrétaire de la classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Académie royale des Sciences de Turin, décédé à Turin le 24 avril 1870.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les roulettes en général.* Note de M. l'abbé **Aoust**, présentée par M. Le Verrier.

« Les géomètres les plus éminents ont exercé leur sagacité sur le problème des *roulettes*, soit à cause de son utilité pratique, soit à cause des relations remarquables auxquelles il conduit. Ils ont examiné principalement deux cas : celui des roulettes planes et celui des roulettes sphériques. Or ce problème peut être traité dans toute sa généralité. Il suffit de le poser de la manière suivante : *Une courbe quelconque* C′ *roule sans glissement sur une courbe* C, *de telle sorte qu'au point de contact les plans osculateurs des deux courbes coïncident; un point* A′, *lié invariablement avec la courbe* C′, *engendre une courbe qui est appelée* roulette; *nature de cette courbe.*

» I. *Conditions du problème.* — Considérons les trois éléments consécutifs $a'b'$, $b'c'$, $c'd'$ de la courbe C′, et les trois éléments correspondants ab, bc, cd de la courbe C, éléments que l'on peut supposer égaux entre eux. Dans une première position, les éléments $a'b'$, ab coïncident, ainsi que les plans osculateurs $a'b'c'$, abc. Soient t', n', ι'; t, n, ι les tangentes, les binormales et les rayons de courbure des deux courbes C′ et C. Faisons tourner la première courbe : d'abord autour de la binormale n au point b, de manière à amener la coïncidence de l'élément $b'c'$ avec l'élément bc, et ensuite autour de l'élément bc de manière à produire la coïncidence du plan

osculateur $b'c'd'$ avec le plan bcd. Les sommets c' et c sont mis ainsi en coïncidence; en opérant de la même manière par rapport aux éléments $c'd'$ et cd, on obtiendra la coïncidence des sommets d' et d, et ainsi de suite. Ainsi le roulement, tel que nous l'avons défini, est produit par deux rotations : la première autour de la binormale à la courbe C, et la seconde autour de la tangente à cette courbe au même point.

» II. *Équations de la roulette.* — Soient les deux courbes C' et C, rapportées l'une et l'autre à des axes rectangulaires : les premiers fixes, et les seconds mobiles avec la courbe C', invariablement liés avec elle et ayant leur origine au point décrivant A'. Soient x, y, z les coordonnées du point de contact de la première par rapport aux axes fixes, et x', y', z' les coordonnées du même point de contact, en tant qu'appartenant à la seconde courbe, par rapport aux axes mobiles; soient $d\varepsilon$, $d\omega$, $d\vartheta$, $d\varepsilon'$, $d\omega'$, $d\vartheta'$ les angles de première, de deuxième et de troisième courbure des deux courbes. Les conditions du problème exigent que les deux courbes aient au point de contact les tangentes, les binormales, les rayons de courbure dirigés dans le même sens ou dans des sens opposés; d'après cela, si l'on représente par α, β, γ les coordonnées du point décrivant A' par rapport aux axes fixes, par r' la distance de ce point au point de contact, on aura, pour chacun des trois axes fixes, une équation semblable à la suivante, qui se rapporte à l'axe des x,

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} \alpha = x + r'[&\cos(r', t)\cos(t, x) + \cos(r', n)\cos(n, x) \\ &+ \cos(r', \upsilon)\cos(\upsilon, x)]; \end{aligned} \right.$$

or, par rapport aux axes mobiles, r' et les cosinus des angles (r', t), (r', n), (r', υ) sont des fonctions d'une seule variable que l'on peut supposer être l'arc s' de la courbe C'; de même x et les cosinus des angles (t, x), (n, x), (υ, x) sont des fonctions d'une seule variable que l'on peut supposer être l'arc s de la courbe C. Mais on a cette condition que ds et ds' sont égaux; il en résulte que les deux arcs s et s' ne diffèrent que par une constante. Donc, les seconds membres des trois équations (1) sont des fonctions d'une seule variable. Ce sont donc les équations de la roulette par rapport aux axes fixes.

» III. *Axe instantané de rotation.* — Les deux rotations qui produisent le roulement tel que nous l'avons défini ont lieu, l'une autour de la binormale, et l'autre autour de la tangente au point de contact; or, à cause de la position relative des deux courbes, ces deux rotations ont pour expression : la première $d\varepsilon \pm d\varepsilon'$, la seconde $d\omega \pm d\omega'$. Si on les compose en une

seule, la rotation résultante que nous représentons par $d\Omega$ aura lieu autour d'un axe P, situé dans le plan rectifiant nt, passant par le point de contact des deux courbes, et partageant l'angle (n, t) de telle sorte que le rapport des cosinus des angles qu'il formera avec la binormale n et la tangente t sera le rapport de $d\varepsilon \pm d\varepsilon'$ à $d\omega \pm d\omega'$, et cette rotation sera donnée par l'équation

$$(2) \qquad \overline{d\Omega}^2 = (d\varepsilon \pm d\varepsilon')^2 + (d\omega \pm d\omega')^2.$$

» *Le lieu des positions successives de l'arc instantané sera donc généralement une surface réglée gauche.* Rien ne serait plus aisé que de trouver les équations de cette surface en général.

» Pour que la surface soit développable, il faut et il suffit que l'axe instantané coïncide en chaque point de contact des deux courbes avec la droite rectifiante de la courbe C; ce qui entraîne la proportionnalité des angles de première et de deuxième courbure des lignes C et C'. Cette condition revient à dire que *les droites rectifiantes de ces courbes coïncident en chaque point.* Cette condition étant remplie, le roulement des deux courbes tel que nous l'avons défini est ramené au roulement simple d'une surface développable sur une autre surface développable; ces deux surfaces sont alors les surfaces rectifiantes des deux courbes C et C', et elles sont telles qu'après leur développement sur un plan les arêtes de rebroussement sont transformées en courbes planes égales, et les courbes C et C' en lignes droites ayant des positions identiques par rapport aux transformées des arêtes de rebroussement. Cette condition est évidemment satisfaite lorsque l'une des deux courbes C ou C' est une ligne droite, et que le plan dans lequel on la suppose tracée est assujetti à coïncider en chaque point avec le plan osculateur de l'autre courbe.

» IV. *Équations et construction de la tangente.* — On obtient par la différentiation des équations (1), ou par la considération de l'angle instantané, les angles que la tangente à la roulette forme avec les trois directions rectangulaires t, n, ι; si l'on appelle $d\sigma$ la différentielle de l'arc de la roulette, on a les trois équations

$$(3) \left\{ \begin{aligned} &\cos(t, d\sigma) = \frac{d\varepsilon \pm d\varepsilon'}{d\Omega} \frac{\cos(\iota, r')}{\sin(\mathrm{P}, r')}, \quad \cos(n, d\sigma) = -\frac{d\omega \pm d\omega'}{d\Omega} \frac{\cos(\iota, r')}{\sin(\mathrm{P}, r')}, \\ &\cos(\iota, d\sigma) = \frac{d\omega \pm d\omega'}{d\Omega} \frac{\cos(n, r')}{\sin(\mathrm{P}, r')} - \frac{d\varepsilon \pm d\varepsilon'}{d\Omega} \frac{\cos(t, r')}{\sin(\mathrm{P}, r')}. \end{aligned} \right.$$

» Pour construire le plan normal de la roulette, il suffit donc de faire passer un plan par l'axe instantané P et le point décrivant A'.

» V. *Rectification de la roulette.* — La différentielle de l'arc de la roulette s'exprime immédiatement sous l'une ou l'autre des deux formes suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} d\sigma^2 = r'^2 \sin^2(\mathrm{P}, r')\, d\Omega, \\ d\sigma^2 = r'^2 \left[(d\varepsilon \pm d\varepsilon')^2 \sin^2(n, r') + (d\omega \pm d\omega')^2 \sin^2(t, r') \right. \\ \qquad \left. - 2(d\varepsilon \pm d\varepsilon')(d\omega \pm d\omega') \cos(n, r') \cos(t, r')\right]. \end{cases}$$

» De ces expressions, on déduit les théorèmes suivants :

« 1° Si l'on fait rouler successivement, d'après le mode indiqué, une » courbe C' sur deux courbes C et C_1 ; et que ces deux courbes soient telles » (ce qui est toujours possible) qu'en chaque point de leur contact avec la » courbe C' leurs angles de contingence et de flexion soient avec les angles » de contingence et de flexion de la courbe C' dans des rapports constants » m et m_1, m étant relatif à la courbe C, m_1 à la courbe C_1 ; les arcs des » roulettes engendrées par un point A' invariablement lié avec la courbe C' » pendant le roulement de la même portion d'arc de C' sur les courbes C » et C_1 seront entre eux dans les rapports de $m \pm 1$ à $m_1 \pm 1$. »

» Si la courbe C_1 est une droite et la courbe C_1 égale à la courbe C', mais symétriquement placée, on aura le théorème suivant :

« 2° Si deux courbes C' et C sont égales, mais symétriquement placées » par rapport à une tangente commune, et qu'on fasse rouler successivement » la courbe C' sur la courbe C et sur la tangente, d'après le mode indi- » qué, les arcs des roulettes engendrées par un point A' invariablement » lié avec la courbe C' pendant le roulement de la même portion d'arc de C' » sur C et sur la tangente, seront dans le rapport de 2 à 1. »

» On déduit aussi des expressions (4) les deux théorèmes suivants :

« 3° On fait rouler, d'après le mode indiqué, une portion d'arc de » courbe C' sur une courbe C, et ces deux courbes sont telles qu'en chaque » point de contact les angles de contingence et de flexion sont dans une » raison constante m, l'arc de roulette engendré par un point A' invaria- » blement lié avec la courbe C' est égal à l'arc de courbe, lieu des extré- » mités des droites menées du point A' perpendiculairement aux plans rec- » tifiants aux divers points de la même portion de courbe C' supposée fixe : » ces droites étant dans le rapport constant $1 \pm m$ avec les distances corres- » pondantes du point A' aux plans rectifiants. »

« 4° On fait rouler une portion d'arc de courbe C' sur une courbe C » égale, mais symétriquement placée par rapport à la tangente commune, » de telle sorte que leurs plans osculateurs coïncident; l'arc de roulette

» engendré par un point A′ invariablement lié à la courbe C′ est égal à » l'arc de courbe lieu des extrémités des droites menées du point A′ perpendiculairement aux plans rectifiants aux divers points de la même » portion de courbe C′, supposée fixe : ces droites étant doubles des distances correspondantes du même point A′ aux plans rectifiants. »

» Si la courbe C est une droite, la dernière courbe devient le lieu des projections du point A′ sur les plans rectifiants, et l'on retrouve : soit le théorème de Steiner sur l'égalité des arcs de roulette et de podaire planes, soit une nouvelle forme du théorème de M. Mannheim sur le roulement des surfaces développables.

» VI. *Courbure de la roulette.* — Soient ρ, ρ' les rayons de seconde courbure des courbes C et C′; $\mathcal{R}$ le rayon de courbure de la roulette, et L la distance du point de contact des deux courbes C et C′ pendant le roulement à l'intersection de deux plans normaux consécutifs de la roulette; on a la relation suivante, qui nous paraît aussi simple qu'expressive :

$$(5)\quad \left(\frac{1}{r'}+\frac{\cos(\mathcal{R}, r')}{L}\right)\cos^2(ds, d\sigma)=\sin^2(P, r')\left[\left(\frac{1}{v}\pm\frac{1}{v'}\right)^2+\left(\frac{1}{\rho}\pm\frac{1}{\rho'}\right)^2\right].$$

» Elle ne laisse rien à désirer du côté de la généralité, et l'on y retrouve, sans transformations, les relations analogues des roulettes planes et sphériques, qui sont des cas particuliers de cette équation. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les lignes de plus grande pente à déclivité* minimum *ou* maximum. Note de M. BRETON (de Champ), présentée par M. Le Verrier.

« Pendant longtemps on a supposé que les *faîtes* et les *thalwegs*, qui partagent la surface du sol en ses différents versants, devaient être celles d'entre les lignes de plus grande pente dont la déclivité, en chaque point, est un *minimum* dans la section horizontale passant par ce point. En 1854, j'ai appelé l'attention sur ce fait, qu'il existe des surfaces géométriques présentant des thalwegs et des faîtes pour lesquels cette définition est en défaut (1).

» A cette remarque on peut ajouter, et je demande la permission de démontrer ici, que *toute ligne de plus grande pente à déclivité* minimum *ou* maximum *a pour projection horizontale une ligne droite,* de sorte que la définition

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 647.

rappelée ci-dessus ne peut donner les thalwegs et les faîtes dont la projection horizontale est une ligne courbe.

» Soit $z = f(x, y)$ l'équation de la surface, rapportée à trois axes ox, oy, oz perpendiculaires entre eux, les deux premiers étant supposés horizontaux, ce qui exige que le troisième soit vertical. On tire de cette équation les suivantes :

$$dz = p dx + q dy, \quad dp = r dx + s dy, \quad dq = s dx + t dy,$$

dans lesquelles

$$p = \frac{dz}{dx}, \quad q = \frac{dz}{dy}, \quad r = \frac{d^2 z}{dx^2}, \quad s = \frac{d^2 z}{dx dy} = \frac{d^2 z}{dy dx}, \quad t = \frac{d^2 z}{dy^2}.$$

» Dans ce qui va suivre, nous négligerons la courbure des surfaces de niveau, ainsi qu'on le fait ordinairement dans les questions de cette nature. Cela revient à supposer que toutes ces surfaces sont des plans horizontaux, et que toutes les ordonnées z sont verticales.

» Ces conventions étant admises, on a, pour les lignes de niveau de la surface, l'équation différentielle $dz = 0$, ou

$$p dx + q dy = 0.$$

» La déclivité de la surface, en un point quelconque m, est mesurée par l'angle que la normale fait avec la verticale. On sait que l'inverse du cosinus de cet angle, ou sa sécante, est $\sqrt{1 + p^2 + q^2}$. Le *minimum* de cette déclivité a lieu, par conséquent, lorsque la différentielle de cette expression se réduit à zéro, c'est-à-dire lorsqu'on a

$$p dp + q dq = 0,$$

dx et dy étant assujettis à la condition ci-dessus. On est ainsi conduit à la relation, déjà connue d'ailleurs,

$$pq(r - t) - (p^2 - q^2)s = 0.$$

» Comme p, q, r, s, t sont des fonctions de x et de y, cette relation fait connaître la projection horizontale du lieu des points à déclivité *minimum* ou *maximum* qui se trouvent sur toutes les lignes de niveau de la surface.

» Il nous reste à déterminer dans quelles circonstances ce lieu peut être une ligne de plus grande pente. Pour cela, il faut différentier son équation, en assujettissant, cette fois, dx et dy à la condition

$$p dy - q dx = 0,$$

qui est, comme on le sait, l'équation différentielle des lignes de plus grande pente. On obtient ainsi l'équation

$$\frac{(r+t)}{p}[pq(r-t)-(p^2-q^2)s] \\ + pq\left[\frac{d(r-t)}{dx}+\frac{q}{p}\frac{d(r-t)}{dy}\right]-(p^2-q^2)\left(\frac{ds}{dx}+\frac{q}{p}\frac{ds}{dy}\right)=0,$$

laquelle, en vertu de la proposée, se réduit à

$$pq\,d(r-t)-(p^2-q^2)\,ds=0,$$

$d(r-t)$ et ds désignant des différentielles complètes. En combinant enfin cette dernière avec la proposée, il vient

$$\frac{d(r-t)}{(r-t)}=\frac{ds}{s},$$

d'où

$$r-t=cs,$$

c étant une constante arbitraire.

» Par la substitution de cette expression de $r-t$ dans l'équation qu'il s'agit d'interpréter, celle-ci devient

$$[cpq-(p^2-q^2)]s=0.$$

» On peut y satisfaire de deux manières, savoir :

» 1° En posant

$$cpq-(p^2-q^2)=0;$$

d'où

$$\frac{q}{p}=\frac{dy}{dx}=-\frac{1}{2}c\pm\sqrt{1+\frac{c^2}{4}};$$

cette solution donne, par conséquent, $\frac{dy}{dx}$ constant;

» 2° En posant $s=0$, ce qui entraîne la condition $pq(r-t)=0$.

» Soit d'abord $r-t=0$. Il en résulte

$$dp=r\,dx,\quad dq=t\,dy;$$

d'où

$$\frac{dq}{dp}=\frac{dy}{dx}=\frac{q}{p},$$

puisque $r=t$. On a donc

$$\frac{dq}{q}=\frac{dp}{p};$$

et, par suite, $\frac{q}{p}$ ou $\frac{dy}{dx}$ constant.

» Soit maintenant $p = 0$. Dans ce cas, l'angle que fait la normale à la surface, menée par le point m, avec une parallèle à l'axe ox menée par le même point, est droit. Cette parallèle est donc tangente à la surface en ce point. Par conséquent, le lieu n'est autre chose que la ligne de contact de la surface avec une surface cylindrique à génératrices horizontales, parallèles à ox. Ce lieu, étant perpendiculaire à toutes ces génératrices, a pour projection horizontale une droite perpendiculaire à ox.

» En supposant $q = 0$, on démontrerait d'une manière analogue que le lieu aurait pour projection horizontale une droite perpendiculaire à l'axe oy.

» La proposition est donc démontrée généralement.

» On peut, du reste, parvenir au même résultat en différentiant d'abord l'équation

$$p\,dy - q\,dx = 0.$$

Si l'on prend x pour variable indépendante, et qu'on élimine dy de l'équation du second ordre ainsi obtenue, au moyen de celle du premier ordre, on trouve

$$p^3 d^2y + [pq(r-t) - (p^2 - q^2)s]dx^2 = 0.$$

» Le multiplicateur de dx^2 étant zéro, on a $p^3 d^2y = 0$. Or, en supposant $d^2y = 0$, on a $y = ax + b$, a et b étant deux constantes. Le lieu a donc pour projection horizontale une ligne droite. Nous avons vu d'ailleurs, ci-dessus, qu'en supposant $p = 0$, il en serait encore ainsi. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les spectres calorifiques* (suite); *par* **M. P. Desains.**

« Dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai cherché à définir numériquement la manière dont la chaleur est distribuée dans les spectres formés par les rayons qu'émettent la chaux et le platine incandescents. Ces rayons sont ceux qu'on obtient avec la lampe de MM. Bourbouze et Wiesneg. J'ai comparé la loi de cette distribution à celle qui existait dans le spectre solaire par les belles matinées du mois dernier. Enfin, à ces déterminations, j'ai joint quelques études sur ce que l'on peut appeler le dichroïsme des rayonnements calorifiques.

» J'ai indiqué, aux *Comptes rendus* du 30 novembre 1868, la disposition que j'adopte ordinairement pour former les spectres calorifiques que j'étudie. J'ajouterai que, dans ces nouvelles recherches, je me suis toujours assujetti à donner même largeur à la fente par laquelle les rayons arrivaient

à la lentille, et à celle par laquelle ils pénétraient dans l'étui préservateur de la pile. Cette largeur commune était ordinairement comprise entre $0^{m},0006$ et $0^{m},0003$. J'ajouterai aussi quelques détails relatifs à la mesure des angles. Dans mon appareil, l'alidade qui porte la pile a une longueur de $0^{m},60$. Vers son extrémité on a fixé, perpendiculairement à sa direction, une petite règle d'ivoire divisée en demi-millimètres. La division se trouve exactement à $0^{m},574$ du centre de rotation. A cette distance, le degré a une longueur de $0^{m},01$, et le demi-millimètre vaut 3 minutes. Par conséquent pour mesurer à moins de 3 minutes la valeur angulaire d'un déplacement de l'alidade, il suffit de compter le nombre de divisions de la règle qui passent devant un repère fixe pendant que s'accomplit le déplacement dont il s'agit.

» Enfin, dans les expériences relatives à la distribution de la chaleur spectrale, j'ai toujours employé des prismes et des lentilles en sel gemme. Les prismes étaient équilatéraux et la déviation était minimum pour les rayons qui formaient la limite du rouge et de l'obscur.

» En ces circonstances le maximum de chaleur dans le spectre formé avec les rayons de la lampe de MM. Bourbouze et Wiesneg se trouve situé à un degré de l'origine du spectre obscur, ou ce qui revient au même à $1°15'$ du rouge vif. La courbe qui représente la distribution est très-sensiblement symétrique par rapport à l'ordonnée maxima; et, à 9, 33, 75 minutes du maximum, les intensités m'ont paru avoir pour valeurs 88, 34 et 4, celle du maximum étant 100.

» Dans une Communication antérieure, j'avais appelé l'attention sur la facilité avec laquelle sont absorbés par une mince couche d'eau les rayons dont se trouve formée la bande d'intensité maxima, dans le spectre d'un fil de platine incandescent. Mes nouvelles déterminations vérifient complétement ce fait. A travers une auge de verre, renfermant une couche d'eau de $0^{m},002$, les rayons dont il s'agit ne passent que dans la proportion de 5 pour 100. Pour les rayons dont la déviation est supérieure de 18 minutes à celle du maximum, la transmission est plus forte, mais sa valeur n'atteint guère encore que le chiffre 0,16.

» Ainsi, dans le trajet à travers une couche d'eau si peu épaisse, la perte éprouvée par le rayonnement que nous étudions est très-considérable, et comme cette perte frappe surtout les rayons peu réfrangibles, le maximum dans le spectre affaibli se rapproche du rouge et la courbe de distribution n'est plus symétrique par rapport à l'ordonnée maxima.

» Ce rapprochement et ce défaut de symétrie sont deux caractères fondamentaux que le spectre solaire m'a toujours présentés dans les analyses que j'en ai faites à Paris. Sans doute, la composition des faisceaux de chaleur qui nous arrivent du soleil n'est pas constante, et cela se conçoit, puisque l'absorption exercée sur eux par la couche atmosphérique qu'ils ont à traverser dépend de l'épaisseur de cette couche et de la quantité d'eau qu'elle renferme. Mais les différences qui proviennent des variations de ces éléments en un même lieu sont loin d'égaler celles que l'on voit se manifester quand on étudie comparativement les spectres formés par les rayonnements des sources terrestres, transmis uniquement à travers quelques centimètres d'air ou de sel gemme, et ceux qu'on obtient avec les rayons solaires modifiés par l'action de toute la couche atmosphérique qu'ils ont dû franchir pour arriver à la surface du sol dans nos pays de plaine.

» Les belles matinées du mois dernier m'ont permis de faire d'assez nombreuses études sur le spectre solaire. Le miroir de mon héliostat était en argent, et toujours mes prismes et lentilles en sel gemme. Le maximum s'est trouvé en moyenne à 51 minutes du rouge vif; mais plus d'une fois, entre 8 heures du matin et midi, je l'ai vu se déplacer de 8 minutes environ. Ainsi, le matin, il paraissait être à 46 minutes du rouge, et vers midi il s'était reculé jusqu'à 54 minutes de ce point.

» L'intensité dans le rouge était en moyenne les 0,39 de celle du maximum.

» Dans le bleu, à 2 degrés de distance du maximum, l'action thermoscopique était encore égale à 0,10, tandis que dans la partie la moins réfrangible du spectre obscur, elle était déjà au-dessous de cette valeur, à 1 degré du maximum environ.

» Pour préciser sur un exemple particulier ces lois de distribution dans le spectre solaire, je dirai que, pour construire la courbe des intensités relative au mercredi 20 avril, vers 11 heures du matin, il faut diviser en soixante parties égales une ligne suffisamment longue et qui sera l'axe des abscisses; puis, aux divisions

5, 23, 30, 35, 38, 40, 43, 44, 50, 52,

élever des perpendiculaires respectivement égales à

1, 10, 23, 39, 51, 81, 100, 94, 20, 8.

et joindre par un trait continu les extrémités de ces perpendiculaires. Chacune des divisions de la ligne des abscisses répond à 6 minutes d'angle.

L'ordonnée 50 répond à la limite du rouge et de l'obscur, 39 au carmin vif, 23 au jaune verdâtre, 10 est dans le bleu, 1 dans le violet, 0 serait l'extrémité de cette couleur. L'aire de courbe, comprise entre l'origine et l'ordonnée 51 représente l'intensité totale de la chaleur comprise dans le spectre lumineux. Elle est environ le tiers de l'aire totale. Dans le spectre de la lampe, au contraire, la chaleur lumineuse n'est qu'une partie insignifiante de la chaleur obscure.

» Tous les résultats que je viens de transcrire ont été obtenus avec des ouvertures de $0^m,0005$. On les retrouve exactement les mêmes en employant des ouvertures de $0^m,00033$ ou de $0^m,0006$.

» Il est à peine nécessaire de faire remarquer que la valeur du maximum n'est pas, dans le cas du spectre solaire, égale à ce qu'elle est dans le cas du spectre de la lampe, quoique nous la représentions toujours par 100 dans ces deux circonstances très-distinctes.

» Lorsqu'on place une lampe Drummont dans la lanterne de M. Duboscq, et qu'on emploie un prisme de flint pour disperser les rayons, on obtient des spectres intenses, mais dans lesquels la distribution de la chaleur diffère nécessairement de celle qui a été définie précédemment. Si l'on fait passer un de ces spectres à travers une solution de cuivre ammoniacale, d'épaisseur convenable, la portion visible se réduit à une bande bleue légèrement mêlée de vert et de violet. L'effet calorifique qu'on obtient dans cette bande étant 1, celui qu'on obtient en plaçant la pile à la place du rouge est à peine 2. Mais si l'on recule la pile à 2 degrés environ du rouge dans la région obscure, on voit l'aiguille chassée jusque vers 40 degrés; or on constate facilement que ce groupe de rayons, si facilement transmissible à travers la solution ammoniacale, est complétement arrêté par quelques millimètres d'une solution de sulfate ou chlorure de cuivre ordinaire. De là résultent des conséquences intéressantes, et que l'expérience vérifie complétement. 1° Si à l'aide d'une lentille on concentre le rayonnement d'une lampe Drummont, en prenant soin de le faire passer à travers une couche de sulfate de cuivre ammoniacal, les rayons réunis au foyer seront formés de deux groupes distincts : les uns lumineux, n'ayant qu'une faible action calorifique; les autres obscurs et relativement très-chauds. C'est surtout à ces derniers qu'est due l'action sur la pile. Si donc, avant ou après l'auge pleine de sulfate ammoniacal, on place sur le trajet des rayons une mince couche de sulfate de cuivre ordinaire, on fera disparaître presque complétement l'action thermique, et pourtant en ces circonstances le pouvoir éclairant du faisceau incident n'aura subi qu'une

faible altération. 2° Si, après avoir polarisé le faisceau transmis à travers le sulfate ammoniacal, on le fait tomber sur un quartz perpendiculaire à l'axe, ce cristal fera tourner de quantités très-inégales les plans de polarisation des deux groupes correspondants; et en choisissant convenablement les conditions de l'expérience, on pourra, dans l'image transmise à travers l'analyse, faire coïncider un maximum de lumière avec un minimum de chaleur, ou réciproquement.

» Le sulfate de cuivre ammoniacal laisse très-facilement passer les rayons chimiques de la lampe Drummont, et à cet égard il se rapproche du sulfure de carbone iodé, qui laisse aussi passer les rayons chimiques de cette lampe sous une épaisseur suffisante à l'extinction complète de la lumière qu'elle envoie. Mais une différence fondamentale entre ces deux solutions, c'est que le sulfure iodé est beaucoup plus perméable aux rayons obscurs que le sulfate ammoniacal, et que surtout il laisse passer toute une série de rayons de faible réfrangibilité que le sulfate arrête complétement. La solution de violet d'aniline doit aussi être citée. On ne trouve pas de chaleur dans la bande noire qu'elle fait naître dans toute la partie moyenne du spectre lumineux. Le maximum a lieu dans l'obscur, moins réfrangible que le rouge; il est très-nettement accusé. »

PHYSIQUE. — *Sur un résultat annoncé par* M. Croullebois *au sujet de l'indice de réfraction de l'eau.* Note de **M. A. Cornu**, présentée par M. Jamin (1).

» Dans une Communication récente, M. Croullebois annonce que, contrairement à l'opinion généralement admise, l'eau présente un maximum d'indice de réfraction à la température de son maximum de densité. J'étais arrivé (janvier 1864) à une conclusion opposée, c'est-à-dire à une confirmation du résultat énoncé pour la première fois par Arago, sans avoir connaissance de ses expériences, ni de celles de M. Jamin.

» J'ai observé très-nettement la marche progressive, toujours dans le même sens, de la raie de la soude à travers un prisme rempli d'eau distillée refroidie depuis la température de 7 degrés jusqu'à complète congélation. Comme contre-épreuve, l'observation a été continuée pendant la fusion et le réchauffement jusqu'à 7 degrés, température ambiante du laboratoire :

---

(1) *Voir* une Note de *M. Jamin*, sur le même sujet, aux Communications des Membres, p. 966.

la marche de la ligne lumineuse a été inverse, mais sans aucun rebroussement révélant un maximum d'indice. Le prisme d'un angle de 70 degrés était placé sur la plate-forme d'un goniomètre dont le vernier marquait les 20 secondes et permettait d'estimer au moins les 10 secondes. La variation continue de l'image réfractée a été d'environ 45 secondes entre les températures de zéro et de 7 degrés. Une disposition simple permettait d'envelopper presque complétement de glace le prisme sans empêcher l'observation. Pour produire la congélation de l'eau, on ajoutait à la glace quelques cristaux de sel marin.

» L'aspect du phénomène a donc montré que l'eau refroidie progressivement approche d'un maximum d'indice, mais qu'elle ne l'a pas encore atteint à la température de zéro. »

CHIMIE. — *Combustibilité du diamant : effets produits sur ce corps par les températures élevées.* Lettre de M. MORREN à M. le Président.

« Chacun sait qu'il règne, dans la science, quelques incertitudes à propos de la combustibilité plus ou moins facile du diamant, et surtout à propos de la manière dont ce corps se comporte lorsqu'il est exposé à de très-hautes températures. Noircit-il, se boursoufle-t-il, et se dissipe-t-il en se volatilisant? Telles sont quelques-unes des questions sur lesquelles les faits qui suivent peuvent jeter de la lumière.

» J'ai besoin de dire à quelle occasion ces expériences ont été faites. Un habile joaillier de Marseille avait été chargé d'émailler à nouveau le support en or de deux diamants de grand prix, servant de boutons de chemise. Oter de leur sertissure les deux pierres, était délicat et pénible; on portait ainsi atteinte à la beauté de la monture. Le joaillier, qui avait fait souvent un travail semblable, se décida à émailler les boutons avec les diamants montés et sertis; seulement, n'ayant pas sous la main de charbon de bois pour chauffer le moufle à émailler, il employa de la houille. L'émail apparut parfaitement réussi, mais au sortir du moufle les deux diamants étaient devenus noirs. On essaya de bien des manières, et surtout par un frottement très-énergique, de ramener le brillant des pierres, rien ne réussit; elles restèrent noires, et de la couleur d'une plombagine très-foncée; leur éclat était très-amoindri. Force fut alors de les dessertir, de les envoyer à Paris, où le premier contact de la meule du lapidaire suffit pour ramener la beauté et l'éclat disparus. Le poids des diamants n'avait pas changé.

» J'ai refait la même expérience, seulement au lieu d'un moufle j'ai em-

ployé un tube de platine; les diamants reposaient dans une petite nacelle (1). Je fis passer, dans le tube, du gaz d'éclairage, et je portai la température au rouge-blanc. Les diamants, qui étaient taillés, avaient été très-soigneusement pesés. Au sortir du tube ils étaient tous noirs, ainsi que quelques parties de la nacelle de platine; mais sur celle-ci le dépôt était pulvérulent, amorphe, analogue au noir de fumée, et s'enlevait facilement. Les diamants, au contraire, examinés au microscope, présentaient un aspect lamelleux, cristallin, de la couleur métallique de la plombagine, et tout à fait analogue au charbon cristallin des cornues. Par le frottement, on pouvait bien enlever quelques-unes des lamelles, mais le reste était fixé avec une grande puissance; les diamants avaient tous augmenté de poids. Le vêtement de carbone qui les recouvrait était conducteur de l'électricité, comme le charbon des cornues.

» Malgré la bonne conductibilité pour la chaleur de ce dépôt, qui recouvrait le diamant (et l'on sait que c'est cette qualité qui rend si difficilement combustibles et le graphite et le charbon de sucre), je pensai qu'il suffirait de placer à l'air, et sur une feuille de platine portée au rouge, les diamants noircis, pour enlever la couche noire. Effectivement, celle-ci disparut d'une manière complète, et les diamants pesés de nouveau avaient repris leur poids et leur éclat primitifs. Seulement ici, et l'on va voir pourquoi, il ne faut pas pousser trop loin la température, qui exige de l'œil et de la surveillance, sans cela le poids et l'éclat du diamant seraient altérés.

» Si, au lieu de gaz d'éclairage, on emploie de l'hydrogène pur et sec, on peut porter la température non-seulement au rouge-blanc, mais presque à la fusion du platine. Le diamant reste invariable; son éclat, son poli ont plutôt augmenté que diminué. Il semble, par sa propreté irréprochable, sortir des mains du lapidaire.

» Avec l'acide carbonique, les choses sont différentes : le diamant perd un peu de son poli et aussi de son poids, surtout si l'on prolonge l'expérience. Les gaz qui ont traversé le tube de platine, étant recueillis avec soin, indiquent que l'acide carbonique a été décomposé; ils contiennent de l'oxyde de carbone et de l'oxygène. J'avais d'abord cru que le diamant était pour quelque chose dans cette dissociation; il n'en est rien, le tube et la nacelle de platine, étant seuls, agissent de la même manière. L'acide carbonique est dissocié par le platine blanc de chaleur, exactement comme l'eau dans

(1) Je dois vivement remercier MM. Laurin, joailliers à Marseille, qui m'ont procuré des diamants, de leur extrême obligeance à mon égard.

l'expérience de Grove, et l'on conçoit que le diamant, à cette haute température, doit brûler lorsque quelques parties de l'oxygène dues à la dissociation viennent à passer sur lui.

» Du reste, on s'est souvent donné beaucoup de peine pour brûler le diamant. L'Académie de Florence employait un miroir concave de grand diamètre, Lavoisier une puissante lentille, etc.; cependant, pour le brûler à l'air, et sans le plonger, comme on le fait d'habitude, dans l'oxygène, il suffit de le placer sur une feuille mince de platine, de porter celle-ci au rouge-blanc avec le jet de la lampe à gaz du souffleur de verre : aussitôt le diamant, comme un charbon, s'allume et brûle. Dans l'oxygène, une fois qu'il est allumé, il continue à brûler seul, tandis qu'à l'air il faut entretenir la chaleur de la feuille de platine qui sert de support. Dans toutes ces expériences, le diamant reste blanc comme un fragment de verre dépoli; il ne noircit pas, ne se boursoufle pas, et si on l'a choisi sans gerçure, sans fente et sans partie fendillée, il reste invariable, ou du moins n'éclate pas. Si une fente existe, la chaleur l'exagère, la combustion dans l'oxygène l'augmente, et les parties moins épaisses sont plus promptement brûlées.

» Une circonstance fort curieuse, et qui indique que la résistance du diamant à la combustion n'est pas partout égale, se produit si l'on arrête la combustion avant que le diamant ait totalement disparu. En examinant au microscope ce qui a échappé à la combustion, on aperçoit les facettes très-nombreuses de petits triangles équilatéraux qui appartiennent à des octaèdres juxtaposés et orientés avec précision, de manière à envoyer à l'œil le reflet de toutes les faces triangulaires homologues. Tous les diamants ne présentent pas, avec la même facilité, cette circonstance : les diamants à facettes courbes, à facettes naturelles, et propres à couper le verre, offrent une structure qui m'a paru presque fibreuse, consistant en longs prismes ou filaments terminés par des facettes triangulaires équilatérales. Je n'ai pas fait d'expériences sur le diamant noir, n'ayant pas pu m'en procurer à Marseille; j'en cherche en ce moment à Paris.

» Craignant d'allonger outre mesure ma Lettre, je me dispenserai de faire remarquer que les faits qui précèdent semblent réunir et expliquer les différents résultats obtenus par les expérimentateurs qui ont brûlé le diamant. Presque tous l'ont placé nécessairement sur un support en charbon; Despretz a même employé un tube de charbon. Or le charbon contient presque toujours de l'hydrogène plus ou moins carboné : de là les différents aspects présentés par les résidus de la combustion du diamant. »

PHYSIQUE. — *Procédé d'évaluation du rapport existant entre le travail dynamique dépensé et la quantité d'électricité produite dans la machine de Holtz.* Deuxième Note (1) de **M. Em. Bouchotte**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« La Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences, le 7 février dernier, se terminait par la description d'un procédé expérimental tendant à établir la relation qui existe entre le travail dynamique dépensé par la machine de Holtz et la quantité d'électricité qu'elle produit. Ce procédé consistait essentiellement à relier le plateau fixe à un système oscillant, autour de l'axe de rotation du disque du verre. Les opérations se réduisaient ainsi à évaluer le moment qui détermine l'équilibre du système oscillant dans des conditions analogues à celles que présente une romaine de précision ou le frein de Prony.

» Je viens aujourd'hui rendre compte des résultats fournis par cette méthode. Avant d'entrer dans les détails, il est sans doute utile d'indiquer de quelle manière les différentes pesées ont été opérées. Une tige cylindrique est fixée sur le système oscillant en dehors de la cage de verre. Elle est horizontale lorsque ce système est en équilibre; de plus, elle est partagée en deux par le plan vertical qui contient l'axe de rotation de la machine; d'un côté cette tige porte un poids, ou lest, pouvant glisser sur elle, à frottement doux; à l'extrémité opposée elle reçoit une nacelle de balances destinée aux poids.

» L'appareil étant mis en mouvement, on fixe le lest dans la position qui assure l'équilibre du système. Dès que la machine est arrêtée, le plateau tend à tourner en sens inverse du disque de verre; on charge alors la balance du poids P nécessaire pour ramener le système dans sa position normale. Cette opération se fait facilement, puisque la machine est au repos. Si l'on appelle PL le moment de ce poids et N le nombre de révolutions faites par le disque en 1 seconde, $2\pi PLN$ sera l'expression du travail dynamique absorbé par le plateau de verre. Dans les expériences que je cite plus loin, L avait pour valeur constante $0^{m},24$.

» Il s'agissait, en même temps, de choisir un procédé d'évaluation des quantités d'électricité fournies, qui permît de rendre les expériences comparables entre elles. Redoutant, pour des recherches de longue haleine,

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 249.

l'emploi d'un galvanomètre dont le fil ne conserverait pas indéfiniment un état d'isolement parfait, j'ai procédé par une autre méthode.

» Je fais éclater des étincelles entre deux boules séparées invariablement par un intervalle de 4 millimètres. Un carreau magique sert de condensateur; il est recouvert de feuilles d'étain très-épaisses. Les fils qui relient chaque face à l'un des pôles de la machine partent du centre du plateau, qui est doublé par une rondelle en plomb de 80 millimètres de diamètre. Dans ces conditions il ne se produit aucune décharge partielle sur le condensateur, qui représente un carré de 50 centimètres de côté.

» En opérant ainsi il est permis d'admettre que les nombres d'étincelles produites dans l'unité de temps, une minute, sont proportionnels aux quantités d'électricité mises en œuvre.

» Ceci posé, j'arrive aux résultats que j'ai recueillis :

» 1° La machine marche à raison de 279 tours par minute; remise en repos pour obtenir l'équilibre du plateau, il faut employer un poids de $60^{gr},50$.

Moment.... $\overset{gr}{60},50 \times \overset{m}{0},24 = 14,52$.

Travail.... $60,50 \times 0,24 \times 2\pi \times \frac{279}{60} = 423^{grm},80$ (1).

» Nombre d'étincelles obtenues en une minute : 48.

» 2° La machine marche à raison de 444 tours par minute.

» Poids assurant l'équilibre au repos : $60^{gr},50$.

Moment.... $\overset{gr}{60},50 \times \overset{m}{0},24 = 14,52$.

Travail.... $60,50 \times 0,24 \times 2\pi \times \frac{444}{60} = 674^{grm},43$.

» Nombre d'étincelles obtenues en une minute : 76.

» 3° La machine marche à raison de 622 tours par minute.

» Poids assurant l'équilibre au repos : $60^{gr},50$.

Moment.... $\overset{gr}{60},50 \times \overset{m}{0},24 = 14,52$.

Travail.... $60,50 \times 0,24 \times 2\pi \times \frac{622}{60} = 944^{grm},81$.

» Nombre d'étincelles obtenues en une minute : 106.

» Il est permis déjà de conclure de ces résultats ce qui suit :

» *a*. La quantité d'étincelles ou d'électricité produite est proportion-

(1) L'unité de travail est ici le gramme mètre.

nelle à la vitesse de rotation de la machine, jusqu'à la limite de 622 tours par seconde, vitesse qu'il ne m'a pas encore été possible de dépasser;

» *b.* Le travail résistant créé par le plateau est en raison directe de la quantité d'électricité produite.

» Il est indispensable de consigner ici l'expérience suivante :

» Lorsque la machine est en marche, et quelle que soit sa vitesse, si l'on vient à débrayer la poulie motrice, le plateau conserve sa position d'équilibre jusqu'à l'instant de la suspension absolue du mouvement; alors ce plateau se renverse brusquement. Ainsi donc, lorsque la machine passe successivement par tous les degrés de vitesse, depuis celle de 622 tours, par exemple, avant d'arriver au repos, les conditions d'équilibre restent uniformément constantes. C'est la démonstration la plus exacte que l'on puisse établir de la permanence des actions réciproques des deux plateaux.

» Mais l'étude du travail dynamique absorbé par la machine ne se borne point à rechercher la réaction intervenant entre les deux plateaux. Il est essentiel de se rappeler que les peignes de l'appareil sont eux-mêmes le siége d'un travail dynamique que les expériences de MM. Holtz et Poggendorff ont mis en évidence (1). Ces physiciens ont en effet montré que, si l'on reliait par leurs peignes, au moyen de fils métalliques, deux machines, le mouvement de la première se communiquait à la seconde; d'après cela, les peignes, s'ils n'étaient point fixés, devraient se mouvoir en sens inverse du disque tournant. J'ai pu m'en convaincre en fixant l'un des peignes de l'appareil à un fléau de balance disposé pour se mouvoir dans un plan vertical qui est en même temps normal au disque. Si l'on met l'appareil en marche, immédiatement le peigne tend à cheminer en sens inverse du disque, et, pour le maintenir en équilibre, il faut employer des poids très-appréciables, 7,8 ou 10 grammes; on comprend donc qu'il est nécessaire de relier les peignes au système oscillant du plateau fixe, pour arriver au travail réel qu'absorbe la machine Holtz; c'est la question dont je m'occupe actuellement, ainsi que de l'étude de l'influence que peuvent exercer l'humidité et la température du milieu ambiant sur les effets produits. »

CHIMIE. — *Note sur la solubilité du chlore, de l'iodure et du bromure d'argent dans les sels de mercure; par* **M. H. Debray.**

« Dans une récente Communication, j'ai montré que le chlorure d'argent se dissout, surtout à chaud, et cristallise par refroidissement,

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIII, p. 442.

dans une solution d'azotate de bioxyde de mercure, et c'est pour cette raison qu'il n'y a aucun avantage, dans l'essai d'argent mercurié, à substituer l'acide sulfurique à l'acide azotique pour dissoudre le métal, comme l'avait remarqué autrefois Gay-Lussac, mais sans donner l'explication du fait.

» Le bromure et l'iodure d'argent sont aussi très-solubles dans une dissolution concentrée de nitrate mercurique et y cristallisent par refroidissement sous leur forme habituelle. Il en est de même du calomel ou sous-chlorure de mercure, qui se dissout à chaud dans une dissolution même étendue de sel mercurique, et qui se dépose presque en totalité, par le refroidissement de la liqueur, en cristaux assez nets. On peut, par exemple, dissoudre facilement 25 grammes de calomel dans un demi-litre d'une solution contenant 50 grammes de bioxyde de mercure à l'état de nitrate. Le chlorure, déposé par refroidissement, desséché sur une plaque de porcelaine dégourdie, ne retient que des traces de nitrate qu'un lavage à l'eau pourrait facilement enlever, ce qui exclut l'idée de la formation d'une combinaison d'un chlorure et d'un azotate de mercure dans l'expérience précédente.

» Le nitrate de bioxyde de mercure, et probablement tous les sels mercuriques, constituent donc de véritables dissolvants des chlorures insolubles d'argent et de mercure, du bromure et de l'iodure d'argent. Il faut remarquer que les dissolvants de ces corps connus jusqu'ici sont peu nombreux; le plus souvent les corps que l'on désigne sous ce nom agissent sur les chlorure, bromure et iodure d'argent pour former avec eux des combinaisons solubles. Tels sont le cyanure de potassium et l'hyposulfate de soude, qui donnent avec le chlorure d'argent un cyanure ou un hyposulfite double en même temps qu'un chlorure alcalin. Les dissolutions concentrées des chlorures alcalins dissolvent aussi le chlorure d'argent, parce qu'il existe des combinaisons cristallisées solubles de chlorure d'argent et de ces chlorures alcalins. Rien de semblable ne paraît se produire avec les sels mercuriques.

» La solubilité du bromure et de l'iodure d'argent dans le nitrate de bioxyde de mercure avait déjà été signalée par quelques auteurs, mais on était loin de supposer qu'elle fût aussi considérable, et qu'elle pût fournir un moyen aussi commode et aussi rapide de faire cristalliser ces corps.

» Le nitrate d'argent dissout aussi un peu de chlorure d'argent; il est fréquent, en effet, de voir le nitrate du commerce donner avec un peu d'eau une solution limpide qui se trouble quand on l'étend. Quoique la

quantité de chlorure dissoute par le nitrate soit très-faible, surtout à froid, elle est cependant suffisante pour qu'on puisse rapidement transformer le précipité amorphe de chlorure d'argent en cristaux, par le contact d'une solution concentrée d'azotate d'argent que l'on chauffe et que l'on refroidit alternativement. Je n'ai jamais constaté dans ces circonstances la production de combinaison du chlorure et de l'azotate d'argent.

» L'azotate d'oxydule de mercure dissout des quantités notables de calomel à chaud et permet de l'obtenir en beaux cristaux nacrés par refroidissement lent; mais le sous-chlorure de mercure est beaucoup moins soluble dans la solution de nitrate mercureux que dans la solution mercurique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé de dosage volumétrique du cuivre.* Mémoire de **M. F. Weil**, présenté par M. Dumas. (Extrait par l'Auteur.)

« Ce nouveau procédé de titrage du cuivre présente l'avantage de faire connaître très-exactement et très-rapidement la quantité de cuivre renfermée dans tous les sels, minerais ou alliages de ce métal. Il est fondé sur les deux faits suivants :

» 1° En présence d'un excès d'acide chlorhydrique libre et sous l'influence de la température de l'ébullition, la moindre trace de bichlorure de cuivre communique encore à la solution une teinte jaune-verdâtre très-prononcée. Plus il y a d'acide chlorhydrique, plus la coloration est intense.

» 2° Le protochlorure d'étain transforme instantanément, à cette température, les sels de bioxyde de cuivre dissous dans un excès d'acide chlorhydrique et dans l'eau, en sels de protoxyde de cuivre solubles et absolument incolores. La réaction a lieu selon la formule



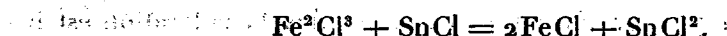
$$2CuCl + SnCl = Cu^2Cl + SnCl^2.$$

» Au moment où, grâce à l'addition du chlorure d'étain, la solution verte du bichlorure de cuivre se trouve complétement décolorée, la réaction est terminée. La totalité du bichlorure de cuivre a passé à l'état de protochlorure soluble, et la totalité du protochlorure d'étain à l'état de bichlorure, également soluble. Une seule goutte de chlorure d'étain ajoutée en excès y peut ensuite être décelée avec facilité, au moyen d'une goutte de bichlorure de mercure, qui détermine alors le précipité blanc si caractéristique de calomel.

» Le volume d'une solution titrée de protochlorure d'étain nécessaire pour produire la décoloration complète de la liqueur verte de cuivre en ébullition indique, par conséquent, la quantité de cuivre renfermée dans la solution de la prise d'essai.

» Quoique la fin de la réaction soit ainsi suffisamment déterminée, on pourra, pour se mettre à l'abri de toute erreur, ne noter le volume du chlorure d'étain employé qu'au moment où une goutte de bichlorure de mercure, déposée sur un verre de montre, placé lui-même sur une feuille de papier glacé noir, trouble visiblement un demi-centimètre cube environ de la solution décolorée et limpide que l'on y ajoute.

» Dans le cas où la matière à titrer renfermera du fer, le volume employé du chlorure d'étain indiquera la somme du cuivre et du fer. Je titre alors la quantité du fer dans une autre portion de la solution sulfurique de la prise d'essai, au moyen du permanganate de potasse. Ce titrage du fer se fait de la manière ordinaire, avec cette différence que j'introduis, conjointement avec le zinc, du gros fil de platine dans la liqueur à réduire, afin d'y déterminer la précipitation rapide et complète du cuivre (ainsi que de l'étain, s'il y a lieu) à l'état métallique. En retranchant ensuite, du volume total du chlorure d'étain, le volume exigé par le fer seul, qu'une simple proportion fait connaître, le reste indiquera la quantité de cuivre pur renfermée dans la prise d'essai, attendu que le chlorure d'étain réduit le perchlorure de fer, selon la formule



$$Fe^2Cl^3 + SnCl = 2FeCl + SnCl^2.$$

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie renferme la description détaillée de la préparation de la liqueur de chlorure d'étain, de sa conservation sous une couche d'huile de pétrole, et de la fixation de son titre sur cuivre pur.

» J'y indique également le mode de dissolution de la prise d'essai dans l'acide nitrique, d'abord pour dissoudre le cuivre et peroxyder l'étain et le fer, s'il y en avait, puis le traitement à l'acide sulfurique, ou, dans le cas de la présence de l'argent, à l'acide chlorhydrique, afin de chasser tout l'acide nitrique, qui empêcherait le titrage.

» Je décris ensuite l'exécution du titrage en général, et particulièrement celui des minerais et alliages renfermant du fer, du nickel, etc.

» Je termine enfin en citant, à l'appui de la parfaite exactitude de mon procédé, les résultats obtenus sur des mélanges renfermant des quantités connues de cuivre, fer, étain, zinc, etc., ainsi que sur des minerais et al-

liages de cuivre, qui, à ce titrage, ont donné rapidement les mêmes résultats qu'au moyen des procédés connus de l'analyse quantitative ordinaire, procédés qui exigent tant de soins minutieux et de temps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la fermentation de l'acide pyrotartrique et de ses homologues; par* **M. A. Béchamp.**

« Il est admis que l'acide succinique, à l'état de succinate de chaux, se transforme, par la fermentation, en acide butyrique avec dégagement d'hydrogène et d'acide carbonique, sans doute conformément à l'équation



$$3C^8H^6O^8 = C^8H^8O^4 + 8CO^2 + 4H.$$

» Si l'on prend pour ferment de la craie à microzymas et un peu de viande, on trouve que le succinate de chaux se détruit en ne fournissant que de l'acide carbonique sans trace d'hydrogène, et de l'acide propionique sans autre acide; en effet



$$C^8H^4O^6, 2CaO + HO = C^6H^5O^3CaO + CaOCO^2 + CO^2.$$

» Je fais remarquer que, dans les mêmes circonstances, l'acide malique m'a donné : de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide butyrique et de l'acide propionique avec dégagement d'hydrogène.

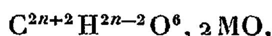
» L'oxalate de chaux sous les mêmes influences fournit assez d'acide formique pour qu'il soit possible de constater la réduction du bichlorure de mercure et celle du nitrate d'argent; on a, par conséquent,



$$C^4O^6, 2CaO + HO = C^2HO^3CaO + CaOCO^2 + CO^2,$$

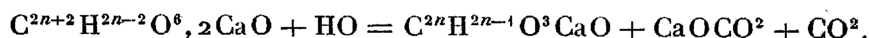
équation semblable à celle qui exprime le genre de décomposition précédent de l'acide succinique.

» Je me suis proposé d'examiner si les sels des acides homologues de l'oxalique et du succinique, savoir :



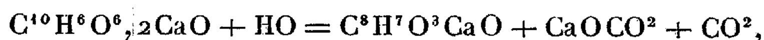
$$C^{2n+2}H^{2n-2}O^6, 2MO,$$

ne fourniraient pas, conformément à l'équation générale suivante, les acides volatils homologues de l'acide formique :



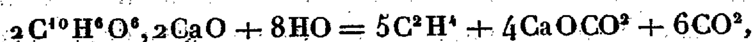
$$C^{2n+2}H^{2n-2}O^6, 2CaO + HO = C^{2n}H^{2n-1}O^3CaO + CaOCO^2 + CO^2.$$

» Or l'acide pyrotartrique est l'homologue immédiat de l'acide succinique; il devait, d'après l'équation générale, fournir de l'acide butyrique :



$$C^{10}H^6O^6, 2CaO + HO = C^8H^7O^3CaO + CaOCO^2 + CO^2,$$

et cette équation n'a pas été vérifiée. Il ne se forme aucun acide volatil. A la fin de l'opération il ne reste dans l'appareil que du carbonate de chaux. Les gaz qui se dégagent sont : de l'acide carbonique et un gaz inflammable, brûlant avec flamme bleue, non absorbable par le protochlorure de cuivre ammoniacal et que l'analyse eudiométrique a montré n'être autre chose que du gaz des marais. L'équation suivante rend très-bien compte de la réaction, comme je le montrerai dans mon Mémoire :



$$2C^{10}H^{6}O^{6}, 2CaO + 8HO = 5C^{2}H^{4} + 4CaOCO^{2} + 6CO^{2},$$

et ce genre de décomposition inattendue est assurément remarquable.

» L'acide pyrotartrique, homologue du succinique, s'écarte donc de lui par cette réaction. J'examine les autres acides de la même série. Il sera curieux de voir comment se comportera à cet égard l'acide malonique : s'il est le véritable homologue de l'acide oxalique, il devra produire de l'acide acétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'acide pyrotartrique; par* **M. A. Béchamp.**

« Dans l'intérêt du travail précédent, je me suis occupé de la préparation de l'acide pyrotartrique. Les procédés que les auteurs recommandent ne fournissent que peu de produit, et récemment un chimiste habile annonçait n'avoir pas réussi à en obtenir par ces mêmes procédés.

» On sait, d'après les recherches de M. Arppe, que la distillation d'un mélange intime, et à parties égales, de pierre ponce et d'acide tartrique, donne, en acide pyrotartrique, environ 7 pour 100 du poids de l'acide tartrique employé. L'auteur recommande de chauffer à feu nu et de se servir d'une cornue spacieuse, le mélange se boursouflant beaucoup.

» J'ai pensé que le premier effet de la chaleur devait être de transformer l'acide tartrique en acide anhydre, et que, dans les conditions où M. Arppe s'était placé, l'eau dégagée pouvait déterminer des pertes en dirigeant la réaction dans un sens anormal. Ne vaudrait-il pas mieux opérer directement sur l'acide anhydre? En le faisant, on obtient en effet une bien plus grande quantité de produit. Voici comment il convient d'opérer.

» On prend, par exemple, 400 grammes d'acide tartrique, on le chauffe à feu nu dans une capsule : la fusion étant opérée, elle est maintenue pendant quinze à vingt minutes, et continuée, en élevant un peu la température, jusqu'à ce que la matière commence à émettre des vapeurs acides; pendant que la masse est en pleine fusion, on y ajoute 400 grammes de pierre ponce

pulvérisée, récemment calcinée et encore chaude, même très-chaude. Le mélange, ayant été intimement fait, est coulé dans un mortier de métal bien sec; après l'avoir réduit en fragments, on en remplit aux trois quarts une cornue de verre munie de son récipient. On chauffe au bain de sable, modérément d'abord, en se guidant sur la rapidité de la distillation et surtout sur le dégagement des gaz et des vapeurs: si l'opération est bien conduite, les gaz ne sont pas chargés de vapeurs, et le liquide distillé n'est que peu coloré.

» Lorsque la distillation est terminée (il faut huit à neuf heures de chauffe pour les quantités prescrites), on trouve dans le récipient un liquide épais, peu coloré, qui souvent cristallise du jour au lendemain. Quoi qu'il en soit, on y ajoute un volume d'eau égal au sien, et, après avoir filtré, pour séparer une huile empyreumatique dont on n'évite pas la formation, la liqueur est concentrée par évaporation au bain-marie. Pour 1600 grammes d'acide tartrique, j'ai obtenu 325 grammes d'acide pyrotartrique cristallisé brut, c'est-à-dire près de 20 pour 100. La meilleure manière de le purifier consiste à le faire recristalliser dans l'alcool à 90 degrés C. Deux ou trois cristallisations le fournissent parfaitement blanc. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux trouvés dans la mine de cuivre du cap Garonne (Var)*. Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« C'est dans la mine de cuivre du cap Garonne (département du Var), exploitée d'une manière intermittente depuis quelques années, qu'ont été trouvés les minéraux que je vais décrire. Plusieurs d'entre eux étaient complétement inconnus jusqu'ici en France, et ne s'étaient rencontrés en d'autres pays que dans un très-petit nombre de localités ou même dans une seule. Tous se trouvent en plaques ou enduits, plus rarement en géodes, dans les fissures d'un grès du keuper traversé par des veinules de sulfure et de carbonate de cuivre exploités pour ce métal. Ces minéraux sont: l'azurite, la malachite, le mimétèse, la barytine, l'olivénite, la brochantite, la lettsonite, la chalcophyllite et l'adamine. Ce sont surtout ces cinq derniers, trouvés pour la première fois en France, qui font l'objet de cette Communication.

» *Adamine.* Le plus intéressant de ces minéraux est sans contredit l'adamine, espèce qui n'est connue que depuis 1866. Ce métal a été décrit pour la première fois par M. C. Friedel (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 692),

qui l'a trouvé dans un échantillon de Chañarcillo (Chili) appartenant à l'École des Mines, où il se présente sous forme de grains jaunes ou de petits cristaux violets, dans une gangue de calcaire et de limonite contenant de l'argent natif. M. Adam avait depuis quelques années, dans sa collection, un échantillon dont les caractères extérieurs lui paraissaient devoir fixer l'attention; il pria M. Des Cloizeaux de l'examiner, et celui-ci y retrouva la même substance en cristaux violets associés à de l'embolite. L'examen cristallographique fait par M. Des Cloizeaux sur ce minéral, ainsi qu'une analyse faite par M. Friedel, lui ont assuré sa place dans la série de minéraux comme arséniate de zinc hydraté (différent de la köttigite) et isomorphe avec l'olivénite, ainsi qu'avec la libéthénite.

» Plus tard M. Damour (*Comptes rendus*, t. LXVII, 7 décembre 1868) a décrit et analysé un arséniate de zinc hydraté, trouvé dans la mine de cuivre du cap Garonne (Var), présentant également la même composition, ayant la même densité et les mêmes clivages; les cristaux de cette localité sont lenticulaires et ressemblent à des graines de blé, avec une couleur gris-rosé, quelquefois rouge-carmin. Ils sont ordinairement rugueux et ternes, ce qui a empêché M. Des Cloizeaux d'en prendre des mesures exactes. Composée essentiellement d'arséniate de zinc, l'adamine de cette nouvelle localité contient en outre quelques centièmes de cuivre et de cobalt, par suite d'un mélange d'olivénite et d'érythrine. (M. Damour a observé, sur certains échantillons, de l'olivénite aciculaire qui souvent pénètre l'adamine.)

» Dans le courant de 1869, j'ai reçu plusieurs échantillons de la mine du cap Garonne, parmi lesquels, outre l'adamine en beaux cristaux, il y avait également plusieurs autres espèces, dont quelques-unes étaient encore inconnues en France, telles que la lettsonite, la chalcophyllite, etc. Les cristaux d'adamine que j'ai examinés ont quelquefois plus de 4 millimètres de longueur; ils sont très-allongés suivant la petite diagonale et formés du dôme e^1, ainsi que des faces du prisme m. Ces dernières sont toujours striées verticalement; quelquefois on y observe également les faces $b^{\frac{1}{2}}$ de l'octaèdre. Les faces e^1, étant toujours un peu ondulées, malgré l'éclat et la netteté apparente des cristaux, se prêtent difficilement à la mesure; il en est de même des faces m, à cause de leurs stries. Néanmoins, j'ai pu mesurer assez exactement les faces du prisme, sur de très-petits cristaux presque blancs (l'unique échantillon de cette teinte que j'aie rencontré), et l'angle mm a été trouvé de 91°47′ en moyenne. L'angle trouvé par M. Des Cloizeaux sur l'adamine du Chili est de 91°52′. Les plus beaux cristaux sont roses, sou-

vent à moitié teintés de vert, surtout vers les bords; d'autres sont gris-rosés, violacés, gris-verdâtres, verts, bruns, rarement blancs. J'ai également observé des cristaux lenticulaires en grains de blé, comme ceux qui ont été décrits antérieurement. On voit souvent aussi des croûtes cristallines ou enduits roses et de diverses teintes, ainsi que des veinules d'un beau rose. L'azurite et l'olivénite sont les minéraux qui accompagnent ordinairement l'adamine, plus rarement la lettsonite, la chalcophyllite et la brochantite. J'ai analysé une variété en croûte cristalline, d'un beau rose, qui m'a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapports.
Acide arsénique.....	38,50	13,4		5
Oxyde de zinc......	52,50	10,3	11,4	4
Oxyde de cobalt....	3,92	1,1		
Eau..............	3,57	3,1		1
	98,49			

Ce qui correspond à la formule $(\dot{Zn}, \dot{Co})^4 \ddot{\ddot{As}} + \dot{H}$.

» Comme on le voit, ces chiffres sont identiques à ceux qui ont été obtenus par M. Friedel pour l'adamine du Chili, et ceux qui avaient été déjà obtenus par M. Damour pour l'adamine du cap Garonne.

» Parmi les divers échantillons que j'ai examinés, j'en ai trouvé un qui a un aspect tout particulier et que j'ai cru d'abord devoir considérer comme une espèce différente de l'adamine et de l'olivénite. Il forme, sur le grès, une croûte composée de cristaux lenticulaires à éclat nacré, d'un vert céladon. A l'essai, on reconnaît que c'est un arséniate de zinc et de cuivre hydraté, ce qui m'avait fait espérer rencontrer ces deux métaux associés à équivalents égaux et former une espèce nouvelle.

» Une analyse faite sur cette substance m'a montré que c'était seulement une adamine très-cuprifère, ce qui d'ailleurs s'explique aisément par l'isomorphisme de cette espèce avec l'olivénite.

» Voici les résultats de mon analyse :

		Oxygène.		Rapports.
Acide arsénique......	39,85	13,8		5
Oxyde de zinc.......	31,85	6,2		
Oxyde de cuivre.....	23,45	4,7		
Oxyde de cobalt......	0,52	0,1	11,2	4
Chaux	0,87	0,2		
Eau	3,68	3,2		1
	100,22			

Ce qui conduit à la formule de l'adamine $(\dot{Zn}, \dot{Cu})^4 \ddot{\ddot{A}}^5 + \dot{H}$.

» Quant au cobalt, qui accompagne ordinairement l'adamine et lui donne cette teinte rose, on explique moins facilement sa présence, l'arséniate de cobalt (érythrine) n'étant point isomorphe avec l'olivénite. M. Damour suppose que, mêlé avec l'adamine, c'est précisément à cause de sa constitution si différente qu'il a sans doute gêné la cristallisation de ce minéral et produit ces cristaux lenticulaires à faces ondulées; cependant il paraît étonnant que, vu l'abondance des divers arséniates de cette mine, on n'ait pas rencontré un seul échantillon sur lequel il y eût tant soit peu d'érythrine. Le seul morceau que j'avais pris, à son aspect radié et d'un beau rose, pour de l'érythrine, s'est trouvé n'être qu'une adamine très-cobaltifère.

» *Chalcophyllite.* — Se trouve, sur le même grès, ordinairement associée à de la lettsonite. Elle se présente sous forme de petits rhomboèdres basés, très-aplatis, paraissant, au premier abord, être des paillettes hexagonales. Couleur vert-émeraude à éclat plus ou moins vif; quelquefois d'un vert bleuâtre à éclat faible et nacré, paraissant avoir subi un commencement de décomposition. Plus rare que l'adamine.

» *Lettsonite.* — Ce minéral si rare, qu'on n'a trouvé jusqu'à présent que dans le Bannat, forme, sur le grès de la mine du cap Garonne, de petites houppes soyeuses d'un bleu de ciel pâle. Elle est associée ordinairement avec l'azurite, la malachite et la chalcophyllite, quelquefois aussi avec l'adamine en veines. Elle est beaucoup plus rare que l'adamine, et, comme les morceaux n'en contiennent que fort peu, je n'ai pu en faire l'analyse quantitative.

» *Brochantite.* — En examinant un grand nombre de morceaux provenant de la même mine, j'ai remarqué une substance d'un beau vert-émeraude foncé, qu'un essai qualitatif m'a montré se composer d'acide sulfurique, d'oxyde de cuivre et d'eau. Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides. L'examen de la forme cristalline m'a prouvé que ce minéral était de la brochantite, semblable, quant à l'aspect, l'éclat et la couleur des cristaux, à celle du Cumberland. La brochantite de cette nouvelle localité est ordinairement associée à de la malachite globuliforme, à de la lettsonite, à de l'adamine, ainsi qu'à de l'azurite. Elle forme de petites géodes dans le grès.

» *Olivénite.* — Ce minéral se présente ordinairement sous forme de cristaux aciculaires, d'un vert plus ou moins jaunâtre, et plus rarement en cristaux fasciculés, à surface ondulée comme ceux du Cornouailles. Souvent elle forme aussi des enduits mamelonnés, d'un vert se rapprochant de

celui de la malachite, ou bien des cristaux capillaires d'un jaune verdâtre. La variété mamelonnée contient ordinairement du zinc; il est d'ailleurs probable que, vu l'isomorphisme de ce minéral avec l'adamine, il doit y avoir plusieurs termes intermédiaires entre ces deux espèces, et l'arséniate double dont j'ai donné l'analyse en serait presque le terme moyen.

» *Mimétèse.* — J'ai rencontré un échantillon de ce minéral en cristaux hexagonaux fusiformes, d'un jaune verdâtre. Je l'ai encore retrouvé sur un autre morceau associé à l'olivénite, en petits prismes hexagonaux, courts, blancs, avec un éclat nacré.

» *Azurite, malachite, barytine.* — Le premier de ces minéraux est rarement bien cristallisé dans de petites géodes; le plus souvent, il forme des enduits cristallins ou croûtes formés de cristaux ordinairement crêtés; elle est souvent disséminée d'une manière irrégulière, faisant tache sur les plaques roses d'adamine, ainsi que sur les divers morceaux de grès de cette localité, ce qui leur donne un aspect tout particulier. La malachite se présente ordinairement sous forme de globules à côté de l'azurite, de l'adamine et de l'olivénite; parfois elle forme aussi des enduits mamelonnés ou terreux. La barytine se trouve assez rarement, sur des échantillons d'olivénite, en lames minces, incolores et transparentes; formes des cristaux : très-aplatis suivant la base. »

PHYSIQUE. — *Observation relative à une Note de* M. Duclaux *sur la formation des gouttes liquides.* Note de **M. Limouzin**, présentée par M. Bussy.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Duclaux, par l'intermédiaire de M. H. Sainte-Claire Deville, a présenté une Note sur la formation des gouttes liquides. M. Duclaux propose d'utiliser la différence de volume des gouttes aqueuses et alcooliques à la recherche et au dosage de l'alcool. J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie que j'ai, au mois de février 1869, présenté à la Société de Pharmacie un instrument construit dans le même but et sur le même principe, et dont la description se trouve dans le *Journal de Pharmacie* de 1868.

» C'est à la suite d'un travail communiqué à la même époque à la même Société par M. Lebaigue, *sur les conditions d'écoulement du liquide par gouttes*, que cet appareil alcoométrique a été imaginé. »

ANATOMIE. — *Observations sur la structure de la corde dorsale du poisson nommé* Amphioxus lanceolatus. Note de M. E. Moreau, présentée par M. Duméril.

» Le squelette de l'*Amphioxus* est plus développé qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent; il n'est pas réduit à la corde dorsale qui était considérée comme l'unique vestige de la charpente de cet animal. Il y a d'autres éléments qui constituent une colonne vertébrale d'un ensemble régulier; bien qu'ils ne soient pas isolés les uns des autres, ni séparés en vertèbres distinctes, il sera toujours facile de les reconnaître au moyen de coupes verticales.

» Nous verrons donc : A, une corde dorsale; B, des lames vertébrales ou lames des neurapophyses et des hémapophyses supportant des apophyses épineuses; C, des pièces qui soutiennent les nageoires.

» A. *Corde dorsale.* — Elle est composée de deux parties distinctes : 1° une enveloppe fibreuse assez dense; 2° une partie interne de tissu conjonctif strié.

» L'enveloppe de la corde dorsale est constituée par des couches de tissu fibreux qui peuvent être dissociées assez facilement. Ces couches n'ont pas partout la même épaisseur, et ce fait est d'une certaine importance, car il s'ensuit que la partie interne n'est pas un cylindre régulier, mais présente des étranglements qui sont l'indice d'une ébauche de vertèbres.

» La partie interne de la corde dorsale est très-remarquable; elle est d'un type tout particulier que je n'ai jamais rencontré dans la classe des Poissons. Elle a été étudiée par des anatomistes distingués, qui ont donné de sa structure des descriptions différentes. D'après M. de Quatrefages, elle serait formée de cellules allongées; d'après J. Müller, de disques placés en travers; d'après Paul Bert, de lamelles bifurquées à partir du centre. Diverses préparations m'ont fait voir que cette partie interne est composée d'un tissu strié dont les lames sont transversales et toujours dirigées suivant le grand axe de la corde. Elles sont minces, courtes et étroites. Il n'y a, dans les adultes, aucune trace de cellules ni de noyaux; mais ces éléments anatomiques doivent exister chez les jeunes; s'il en était autrement, on aurait encore sous les yeux une exception bien extraordinaire. Il serait même difficile de comprendre le développement de la corde dorsale sans la présence de ces éléments. Pour faire cesser, je l'espère, des contradictions plus apparentes que réelles, je crois devoir indiquer le résultat d'observations plusieurs fois vérifiées.

» Si l'on examine des poissons pris dans deux familles très-éloignées l'une de l'autre, mais à corde dorsale tout à fait persistante et conservant sa forme primitive comme dans l'Esturgeon et la Lamproie de rivière, on reconnaîtra que les éléments anatomiques se conservent beaucoup plus longtemps dans ces animaux que dans les Poissons osseux et surtout que dans les Plagiostomes; on trouvera donc constamment, pendant une assez longue période de croissance, des cellules dans la corde dorsale des jeunes Esturgeons et des Ammocètes. Puis, après un temps variable, mais qui peut être relativement très-long (deux à trois ans même dans l'Ammocète), les cellules commenceront à diminuer en raison du développement de l'animal et finiront par disparaître entièrement chez l'Esturgeon adulte et chez la Lamproie. Il résulte donc de ce qui précède que la description de la corde dorsale de ces animaux, quoique faite avec la plus scrupuleuse exactitude, pourra être complétement différente suivant la phase de développement du sujet soumis à l'étude.

» B. *Des apophyses.* — A la région dorsale, deux lames vertébrales partent des côtés de la corde et vont se rencontrer sous un angle assez prononcé. Ces lames ou neurapophyses forment les parois latérales du canal rachidien et portent l'apophyse épineuse. La corde dorsale, à sa partie opposée, donne deux apophyses latérales qui sont les lames de l'hémapophyse. Ces lames, dans la région abdominale, sont triangulaires et peu développées; mais, en arrière de l'anus, elles s'allongent, marchent à la rencontre l'une de l'autre, se soudent par leur extrémité, formant ainsi un canal complet dans lequel sont contenus des vaisseaux. Sur l'extrémité de ces lames, on trouve encore une apophyse simple ou bifurquée qui est l'hémépine.

» C. *Pièces soutenant les nageoires et principalement la dorsale.* — La nageoire dorsale est soutenue par des pièces particulières qui sont très-faciles à voir sur l'animal vivant et sans aucune espèce de préparation. Elles ont été regardées par J. Müller comme représentant les rayons de la dorsale, et par M. de Quatrefages comme répondant aux apophyses épineuses. Une coupe perpendiculaire examinée au microscope montre que ces pièces n'ont pas partout la même épaisseur. Elles ont à peu près la forme d'un ovale allongé dont la partie rétrécie est en rapport avec l'apophyse épineuse. Elles sont recouvertes par un tissu fibreux semblable à celui de l'enveloppe de la corde dorsale. Ces pièces, en raison de leurs rapports, ne peuvent être considérées comme des apophyses épineuses, ni, je pense, comme de simples rayons de la dorsale; elles sont plutôt le résultat de la fusion de ces der-

niers avec les interépineux. Des pièces homologues, mais moins développées, se trouvent également dans l'anale.

» *Moelle épinière*. — Quant à la moelle, seule elle suffirait, en l'absence d'autres caractères, pour fixer la place que doit occuper l'*Amphioxus* dans la série animale. Elle porte les traces d'un sillon antérieur et d'un sillon postérieur; elle est traversée par un canal central; elle présente, en un mot, une structure analogue à celle des autres vertébrés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation des effets de l'aurore boréale du 5 avril sur les lignes télégraphiques ottomanes*. Note de M. Lacoine, présentée par M. Le Verrier. (Extrait.)

« Le 5 avril, vers 2 heures du soir, heure moyenne de Constantinople, pendant que la station de Péra transmettait à celle de Semlin, par l'appareil Hughes, le travail devint presque subitement impossible....

» Me trouvant présent à la station de Péra, je procédai rapidement à quelques expériences faites avec les appareils de transmission.

» .... De tous les faits que j'ai observés, et quoique je n'aie pu observer à la boussole, j'ai dû conclure que la ligne était parcourue par un fort courant continu, mais variable; ce courant était en général de sens contraire à celui de la transmission et par conséquent dirigé de l'ouest à l'est, sur la ligne, ce qui indiquerait un courant terrestre du nord au sud, vu la position oblique de la ligne; mais l'existence d'un fort courant de décharge, par conséquent de même sens que celui du travail, complique la question. Ce courant naturel n'était pas dû à l'action d'un orage; je l'ai d'abord attribué à l'influence d'une aurore boréale, quoique ce genre d'influence soit bien rare dans nos contrées. Je crois pourtant qu'il faut aussi admettre l'action des nuées fortement électriques et circulant au-dessus de la ligne, comme ayant contribué à compliquer les faits observés; car le même jour il est tombé de la grêle à Constantinople et en divers points de la ligne, en assez grande quantité. Enfin, deux jours après, j'ai appris qu'une aurore boréale était apparue, à peu près au moment où mes observations ont été faites.

» Il me semble donc certain que les effets qui ont eu lieu ici sont dus aux deux causes combinées de l'aurore boréale et des nuées électriques; car, à ma connaissance, l'aurore boréale n'a pas causé de perturbations sensibles sur nos autres lignes.

» Le phénomène cessa à 4 heures, pour reprendre de $4^h 30^m$ à 5 heures, mais plus faible; il reparut encore, mais très-faible, de $10^h 30^m$ à minuit : le courant circulait encore dans le même sens que le matin. »

M. **Prunières**, de Marvejols (Lozère), adresse quelques échantillons de charbon de bois et de bois à demi carbonisé qu'il a recueillis, dans les montagnes d'Aubrac (Lozère), à 40 mètres de profondeur, dans un dépôt sédimentaire situé entre le granite et le basalte.

Dans ce dépôt sédimentaire, on rencontre des vestiges de bois à différentes distances de la roche basaltique : les plus rapprochés de cette dernière ont été changés en charbon, tandis que d'autres plus éloignés n'ont été qu'à demi carbonisés, et que ceux qui en sont plus distants encore n'ont pas subi de transformation. Ces divers vestiges de bois apportent ainsi une preuve irrécusable de l'ancienne chaleur du basalte.

Certains fragments de bois portent d'ailleurs des entailles remarquables, qui devront être étudiées à un autre point de vue.

M. E. **Duchemin** transmet à l'Académie les remarques qui lui ont été adressées par divers observateurs, et qui confirment les assertions énoncées dans sa précédente Note, intitulée « Singulière cause de la mortalité des carpes d'un vivier ».

(Renvoi à l'examen de MM. Milne Edwards et Blanchard.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Lépidosiren et le Protoptère appartiennent à la classe des Poissons, où ils sont les types de la sous-classe des Dipnés; par M. Duméril, Membre de l'Institut. Angers, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société Linnéenne de Maine-et-Loire*, t. XII.)

De la vessie natatoire des Ganoïdes et des Dipnés; par M. Aug. Duméril, Membre de l'Institut. Angers, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société Linnéenne de Maine-et-Loire*, t. XII.)

Essai sur le cancer de la prostate; par M. J. JOLLY. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud, pour le concours du prix Godard, 1870.)

Des compte-gouttes et des conditions d'écoulement des liquides par gouttes; par M. LEBAIGUE. Paris, 1867; br. in-8°. (Extrait de *l'Union pharmaceutique.*)

Notice sur un compte-gouttes de précision; par M. E. LEBAIGUE. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal de Pharmacie et de Chimie.*)

Alcoomètre œnomètre de MM. BERQUIER *et* LIMOUSIN. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Répertoire de Pharmacie.*)

Société scientifique et littéraire d'Alais, 3ᵉ bulletin. Alais, 1870; in-8°.

Extraits de géologie, 2ᵉ partie : *Lithologie; par* MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT. Sans lieu ni date; in-8°. (Extrait des *Annales des Mines,* 1870.)

Annuaire des eaux et forêts pour 1870, 9ᵉ année. Paris, 1870; in-18.

Note sur les anciens glaciers du plateau central de la France; par M. Ed. COLLOMB. Paris, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives de la Bibliothèque universelle,* janvier 1870.)

Cryptogamie illustrée, ou Histoire des familles naturelles des plantes acotylédones d'Europe; famille des Lichens; par M. C. ROUMEGUÈRE. Paris et Toulouse, 1868; in-4° texte et planches.

Mélanges; par M. C. ROUMEGUÈRE. Toulouse, 1850-1859; 1 vol. in-8° relié.

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours Desmazières, 1870.)

Nouveau système du monde. Boniment — Réclame d'un poëte à la recherche d'un éditeur; par M. A. F. — Versailles, sans date; br. in-18. (20 exemplaires.)

Catalogus Musei botanici Lugduno-Batavi digessit F.-A.-Guil. MIQUEL. Pars prima : *Flora japonica.* Amstelodami, MDCCCLXX; in-8°.

Annales Musei botanici LugdunoBatavi edidit F.-A.-Guill. MIQUEL, t. IV, fasciculus 5 à 10. Amstelodami, MDCCCLXIX; in-folio.

The... *Éphémérides américaines et Nautical Almanach* pour l'année 1871. Washington, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société mathématique de Londres,* n° 20. Londres, sans date; in-8°.

Memoria... *Mémoire relatif à la vie du prof.* D.-Antonio BALBI; *par* M. P. CASACCIA. Gênes, 1868; in-8°.

Atti... *Actes de la Société économique de Chiavari*, décembre 1868, 2e édition, et juillet 1869. Chiavari, 1868 et 1869; 2 broch. in-8°.

De' lavori... *Les travaux académiques de l'Institut royal d'encouragement aux Sciences naturelles, économiques et technologiques de Naples pendant l'année* 1869. Naples, 1870; in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal vénitien des Sciences, Lettres et Arts*, t. XIV, 3e partie. Venise, 1870; in-4°.

Enumeratio plantarum in regionibus cis- et transiliensibus a Cl. SEMENOVIO, anno 1857, *collectarum; auctoribus* E. REGEL *et* F.-Ab. HERDER. Moskau, 1869; in-8°.

Enumeratio plantarum in regionibus cis- et transiliensibus a Cl. SEMENOVIO, anno 1857, *collectarum. Continuatio* III (cum tabula IV); *auctoribus* E. REGEL *et* F.-Ab. HERDER. Mosquæ, 1868; in-4°.

Reisen... *Voyages dans le sud de la Sibérie orientale, exécutés par ordre de la Société impériale de Géographie de Russie, dans les années* 1855-1859; *par* M. G. RADDE. Partie botanique : *Monopétales, publiée par* M. F. DE HERDER, t. III, 2e et 3e cahiers. Moscou, 1867-1869; 2 broch. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1870.

Annales de l'Agriculture française; nos 5 et 6, 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 7e et 8e livraisons, 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 2, 1870; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mars 1870; in-8°.

Annales du Génie civil; avril 1870; in-8°.

Annales industrielles; nos 10 à 12, 1870; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; tableaux, feuilles 6 à 10, 1870; in-8°.

Atti dell' Ateneo Veneto; 4e cahier, 1870; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 148, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 31 mars et 15 avril 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. III, n° 12, 1869; et t. IV, n°s 1 et 2, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; mai à juillet 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; compte rendu, n° 5. Revue bibliographique A, t. XV, feuilles 16 et 17, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; mars 1870; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; avril 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 1 à 10, 1870; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 avril 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 15 à 18, 1870; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; t. II, n°s 2 et 3; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. IV, n° 12, 1869; et t. V, n° 1, 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 3, 1870; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n°s 9 à 11, 1870; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 14 à 17, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 27 à 34, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 2, 9, 16, 23, 30 avril 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 41 à 51, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 15 à 18, 1870; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 14 à 17, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; avril 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n° 91, 1870; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; mars 1870; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 26, 1870; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; février et mars 1870; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février 1870; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 10 à 12, 1870; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. Fizeau** signale à l'Académie quelques erreurs qui, selon lui, se sont glissées dans la dernière Communication du P. Secchi (*Comptes rendus* du 25 avril). Ayant eu, en effet, l'occasion de faire depuis longtemps le calcul du déplacement des raies spectrales des deux bords opposés de l'équateur solaire, en tenant compte du mouvement de rotation de l'astre, il était parvenu à des nombres tellement différents de ceux du P. Secchi, qu'il a cru nécessaire de reprendre avec soin les calculs, et il est ainsi arrivé à cette conclusion, que cette partie de la Communication dont il s'agit réclamerait, à son avis, une rectification, tant à cause de l'importance de la question, que de l'autorité qui s'attache toujours aux Communications de notre éminent Correspondant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isomères des éthers cyanuriques; par* **MM. A.-W. Hofmann** et **Otto Olshausen**.

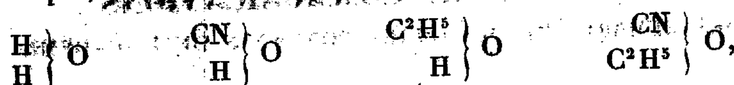
« Dans une Note communiquée il y a une dizaine d'années à l'Académie des Sciences, M. Cloëz (1) a décrit sous le nom de *cyanétholine* un composé

(1) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 482.

très-remarquable, qui possède la composition, mais nullement les propriétés de l'éther cyanique ou cyanate éthylique. Il se différencie de ce dernier surtout par la réaction des alcalis caustiques, qui, d'après M. Cloëz, en éliminent de l'ammoniaque et non de l'éthylamine. La cyanétholine se combine d'ailleurs avec les acides donnant naissance à des sels cristallisables, dont aucun n'a jusqu'à présent été examiné d'une manière attentive.

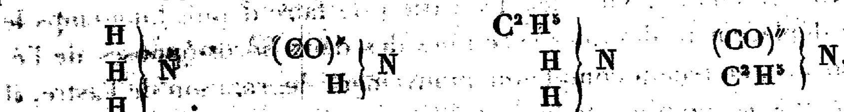
» Il est assez étonnant de voir combien peu ce composé remarquable a attiré l'attention des chimistes. M. Cloëz s'est contenté de sa découverte et de la détermination de sa composition, et du reste ne s'en est plus guère occupé. Parmi les autres chimistes, M. H. Gal (1) est le seul qui ait publié quelques observations, d'ailleurs assez importantes, sur la cyanétholine.

» D'après lui, la cyanétholine traitée par la potasse se convertirait en cyanate de potassium et en alcool, et fournirait, par la réaction de l'acide chlorhydrique, de l'acide cyanurique et du chlorure éthylique. MM. Gal et Cloëz en ont tiré la conséquence que la cyanétholine serait le véritable éther cyanique, se rapportant au type eau :



$$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O \qquad \left.\begin{matrix}CN\\H\end{matrix}\right\}O \qquad \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O \qquad \left.\begin{matrix}CN\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O,$$

tandis que l'éther cyanique de M. Wurtz, antérieurement connu, correspondrait au type ammoniaque :



$$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N \qquad \left.\begin{matrix}(CO)''\\H\end{matrix}\right\}N \qquad \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N \qquad \left.\begin{matrix}(CO)''\\C^2H^5\end{matrix}\right\}N.$$

» Il n'est guère nécessaire de faire ressortir combien cette manière de voir se trouve confirmée par la découverte faite depuis des isonitriles et des essences de moutarde isomères aux éthers sulfocyanhydriques.

» De la formation de cyanétholine, qui se produit par la réaction du chlorure de cyanogène sur l'éthylate sodique, ressort une relation assez rapprochée entre cette substance et la cyanamide éthylique, découverte par MM. Cahours et Cloëz (2), en faisant réagir le chlorure de cyanogène sur l'éthylamine.

» Le même agent réagissant soit sur l'eau éthylée, soit sur l'ammoniaque éthylée, donne naissance, dans les premiers cas, au cyanate éthylique et, dans le second, à la cyanamide éthylique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 527.

(2) *Annales de Chimie et de Pharmacie*, t. XC, p. 91.

» Si l'on ne peut méconnaître une certaine analogie entre la cyanétholine et la cyanamide éthylique, analogie qui ressort peut-être le plus facilement de la considération de leurs formules



$$CN(C^2H^5)O \quad \text{et} \quad CN(C^2H^5)HN,$$

on doit aussi, en présence de la facilité avec laquelle la cyanamide éthylique se convertit en son polymère, la triéthylmélamine, se poser naturellement la question de savoir si la cyanétholine ne se laisserait pas polymériser d'une manière analogue. En d'autres termes, il importait de rechercher s'il n'existerait pas une série de composés isomères avec les éthers cyanuriques déjà connus. Pour décider cette question, nous avons fait des expériences dans les séries métyl, éthyl, amyl et phényliques.

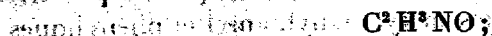
» Quoique ayant entrepris en premier lieu la série éthylique, nous décrirons cependant d'abord les résultats obtenus dans la série méthylique, parce que celle-ci nous a fourni les indications les plus nettes et les plus satisfaisantes.

» *Expériences dans la série méthylique.* — En faisant passer un courant de chlorure de cyanogène gazeux dans une solution étendue de méthylate de sodium dans l'alcool méthylique (nous avons généralement disssous 20 grammes de sodium dans 400 grammes d'esprit de bois pur et anhydre), on observe un dépôt abondant de chlorure de sodium. Continuant le courant de gaz jusqu'à ce que la liqueur exhale l'odeur du chlorure de cyanogène, et distillant ensuite pour chasser l'excès d'esprit de bois, il reste pour résidu une matière huileuse brune, tout à fait semblable à celle obtenue par M. Cloëz dans ses expériences avec l'alcool, et à laquelle il a donné le nom de *cyanétholine*. Cette matière huileuse reste souvent assez longtemps liquide; mais plus souvent elle se solidifie au bout de quelque temps. Souvent aussi il ne reste que peu ou point de matière huileuse, parce que le résidu, immédiatement après la distillation de l'esprit de bois, se convertit en une masse cristalline. La purification de cette masse ne présente aucune difficulté, les cristaux étant facilement solubles dans l'eau chaude et peu solubles dans l'eau froide. Il suffit donc d'une ou deux recristallisations avec emploi d'un peu de charbon animal pour enlever le principe colorant.

» Mais l'examen au microscope des cristaux devenus incolores fit de suite reconnaître qu'ils étaient un mélange intime de deux substances, dont l'une, plus soluble, cristallisée en aiguilles déliées, et l'autre, moins soluble, en lames rhombiques. Cette différence de solubilité dans l'eau per-

ment de les séparer par des recristallisations successives en mettant de côté les produits intermédiaires. Mais il vaut beaucoup mieux effectuer cette séparation au moyen de l'éther, qui dissout très-facilement les aiguilles et laisse insolubles les lames rhombiques.

» *Éther cyanurique méthylique.* — Évaporant l'éther décanté du mélange cristallin, il reste une masse cristalline qu'on purifie par recristallisation dans l'alcool, et mieux encore dans l'eau chaude. Les aiguilles ainsi obtenues présentent tous les caractères d'une substance pure. Les dosages du carbone, de l'hydrogène et de l'azote (ce dernier se laisse parfaitement déterminer sous forme d'ammoniaque) conduisent aux simples rapports représentés par la formule



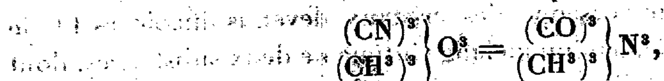
$$C^2H^3NO;$$

mais un examen un peu plus approfondi fait facilement reconnaître que la substance en question n'est point la combinaison monomoléculaire, le cyanate méthylique, mais bien la combinaison trimoléculaire, c'est-à-dire le cyanurate méthylique.

» Le point de fusion des cristaux est 132 degrés; le point d'ébullition (autant qu'on pouvait le déterminer avec une quantité par trop considérable de matière) est entre 160 et 170 degrés. Ces propriétés caractérisent indubitablement la combinaison trimoléculaire, le cyanurate.

» Malgré cela, on aurait dû corroborer cette indication par la détermination de la densité de la vapeur, si l'expérience tentée n'avait échoué par suite d'une particularité de cette substance, particularité qui, cependant, n'est pas moins décisive à l'égard de son poids moléculaire que ne l'aurait été la détermination de la densité de la vapeur.

» Le nouveau cyanurate, chauffé dans une cornue, distille sans laisser de résidu sensible, et le produit distillé se solidifie de nouveau en une masse blanche cristalline. Mais les cristaux ne sont plus la même substance; le point de fusion s'est élevé de 132 à 175 degrés, la forme cristalline est changée du tout au tout : ce ne sont plus de fines aiguilles, mais de gros prismes courts à faces terminales nettement développées. On reconnaît facilement que le nouvel éther cyanurique, par suite d'une transposition atomique dans la molécule, qu'on pourrait représenter par les formules

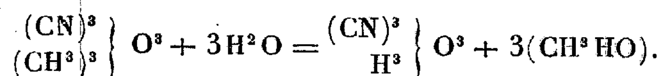


$$\left.\begin{matrix}(CN)^3\\(CH^3)^3\end{matrix}\right\} O^3 = \left.\begin{matrix}(CO)^3\\(CH^3)^3\end{matrix}\right\} N^3,$$

s'est transformé dans l'ancien éther depuis longtemps connu.

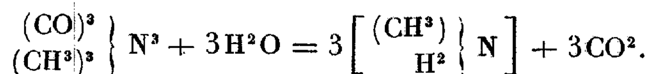
» Si l'on trouvait insuffisante, pour arriver à une conclusion décisive, la comparaison faite avec soin des propriétés physiques, la conviction résulterait de l'examen des réactions présentées par cette substance *avant* et *après* la distillation.

» Avant la distillation, chauffée avec de la potasse caustique, elle fournit de l'acide cyanurique et l'alcool méthylique :



$$\left.\begin{matrix}(CN)^3\\(CH^3)^3\end{matrix}\right\}O^3 + 3H^2O = \left.\begin{matrix}(CN)^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^3 + 3(CH^3HO).$$

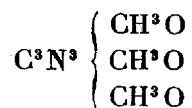
Après la distillation, elle fournit, dans les mêmes circonstances, de la méthylamine et de l'acide carbonique :



$$\left.\begin{matrix}(CO)^3\\(CH^3)^3\end{matrix}\right\}N^3 + 3H^2O = 3\left[\left.\begin{matrix}(CH^3)\\H^2\end{matrix}\right\}N\right] + 3CO^2.$$

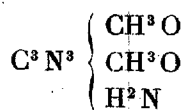
» Ces réactions suffisent pour constater la nature du nouvel éther cyanurique. Les modifications qu'on pouvait s'attendre à le voir éprouver sous l'influence de l'ammoniaque devaient apporter de nouvelles preuves à l'appui de notre manière d'envisager la constitution de cette substance. On sait que l'éther d'un acide monobasique traité par l'ammoniaque se transforme de suite en amide par l'échange du résidu primaire alcoolique contre le résidu primaire ammoniacal; d'un autre côté, l'éther d'un acide bibasique donne d'abord naissance à l'éther d'un acide amidé : il en résulte qu'avant d'arriver à l'amide d'un acide tribasique, on doit passer préalablement par l'éther, d'abord d'un premier, puis d'un second acide amidé.

» D'après cette manière de voir, on pouvait prévoir, lors de la réaction de l'ammoniaque sur le cyanurate méthylique :



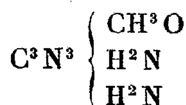
$$C^3N^3\left\{\begin{matrix}CH^3O\\CH^3O\\CH^3O\end{matrix}\right.$$

la formation des composés suivants :



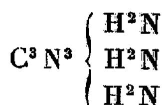
$$C^3N^3\left\{\begin{matrix}CH^3O\\CH^3O\\H^2N\end{matrix}\right.$$

Éther diméthylique de l'acide amidocyanurique.



$$C^3N^3\left\{\begin{matrix}CH^3O\\H^2N\\H^2N\end{matrix}\right.$$

Éther méthylique de l'acide diamidocyanurique.



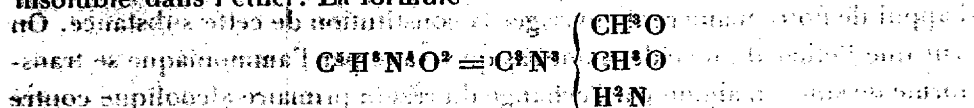
$$C^3N^3\left\{\begin{matrix}H^2N\\H^2N\\H^2N\end{matrix}\right.$$

Cyanuramide ou triamide de l'acide cyanurique.

sans même parler de la possibilité d'une substitution simultanée des résidus d'eau aux résidus alcooliques.

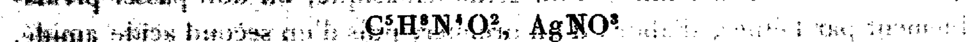
» Nous n'avons toutefois obtenu qu'un seul des composés ci-dessus indiqués, c'est l'*éther diméthylique de l'acide amidocyanurique* (amidocyanurate diméthylique). Cette combinaison prend naissance par la réaction de l'ammoniaque sur le nouveau cyanurate méthylique; mais il n'est point facile de l'obtenir pure par ce procédé, puisque ordinairement la réaction va plus loin, et qu'il se forme un mélange de substances dont la séparation ne nous a pas encore réussi. Mais cette nouvelle combinaison se forme toujours en quantité plus ou moins notable, comme produit secondaire, dans la préparation du cyanurate triméthylique; en effet, elle constitue la substance insoluble dans l'éther déjà mentionné, et puisqu'en dehors des deux composés cités il ne se forme point d'autre produit, il est facile d'obtenir l'acide amidé diméthylique à l'état de pureté.

» Cette nouvelle combinaison cristallise de sa solution dans l'eau bouillante en belles lames rhombiques, inodores, insipides, fusibles à 212 degrés. Elle est beaucoup moins soluble dans l'eau froide que l'éther cyanurique; elle est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble à chaud et presque insoluble dans l'éther. La formule



$$C^5H^8N^4O^2 = C^3N^3 \begin{cases} CH^3O \\ CH^3O \\ H^2N \end{cases}$$

fut constatée par le dosage du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, et en outre par l'analyse du sel d'argent cristallisé en belles aiguilles. Ce sel



$$C^5H^8N^4O^2, \ AgNO^3$$

fut préparé par addition de nitrate d'argent à la solution nitrique de l'éther amidique et recristallisation du précipité obtenu.

» Par le traitement de l'éther amidocyanurique avec l'ammoniaque aqueuse dans des tubes scellés, on obtient les mêmes produits, qui, dans des procédés analogues, sont formés avec l'éther cyanurique même. Nous ne les avons pas encore examinés; il a seulement été constaté qu'il se sépare de l'alcool méthylique, comme on devait du reste s'y attendre.

» Quant à la production de l'éther amidique par la réaction du chlorure de cyanogène sur le méthylate sodique, elle provient évidemment de traces d'eau, qu'il n'est guère possible d'éviter dans cette réaction. L'eau détermine la formation d'acide chlorhydrique et d'acide cyanique, et ce dernier se décompose en acide carbonique et en ammoniaque. L'ammoniaque et le cyanurate méthylique, se rencontrant à l'état naissant, engendrent alors l'alcool méthylique et l'éther amidique.

» En effet, on retrouve dans le sel marin déposé pendant la réaction, des quantités non négligeables de cyanate et de carbonate.

» *Expériences dans la série éthylique.* — Quoique nous ayons expérimenté dès le principe et plus longtemps cette série que la série méthylique, nous n'avons cependant pas encore réussi à obtenir le cyanurate triéthylique à l'état de pureté; mais, par contre, nous avons pu saisir les éthers des deux acides amidés.

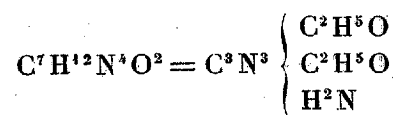
» Pour ce qui concerne les phénomènes résultant de la réaction du chlorure de cyanogène sur l'éthylate sodique, déjà décrits exactement par M. Cloëz, ils sont analogues à ceux présentés par le méthylate sodique.

» Quelquefois nous avons obtenu de suite un corps solide; mais plus souvent une matière huileuse, dont il se déposait ensuite, au bout de quelque temps, des cristaux dont la quantité dans diverses préparations fut extrêmement variable. Nous pensions évidemment, dès l'abord, avoir affaire à la modification trimoléculaire de la cyanétholine; mais l'analyse démontra que ces cristaux, malgré leur beauté, sont un mélange dans lequel le cyanurate cherché ne se rencontre qu'en petite proportion, si toutefois il s'y trouve. Ces cristaux, comme l'ont constaté beaucoup d'analyses, sont un mélange des éthers éthyliques des deux acides amides. Leur séparation ne nous a pas été des plus faciles.

» *Éther diéthylique de l'acide amidocyanurique* (acidocyanurate diéthylique). — Par recristallisations successives dans l'eau, avec emploi de charbon animal, d'une quantité assez considérable de cristaux déposés de la cyanétholine brute, on obtient enfin des prismes incolores déliés, dont le point de fusion à 97 degrés, resté invariable après plusieurs nouvelles recristallisations, pût être considéré comme une preuve de la pureté de la substance.

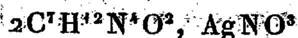
» Celui-ci s'obtient encore, en chauffant la cyanétholine brute avec de l'ammoniaque aqueuse, dans des tubes scellés, pendant quelques heures. La digestion ne doit toutefois pas être trop prolongée, pour éviter la formation d'autres produits, entre autres d'une substance amorphe presque insoluble dans l'eau.

» L'analyse de ces cristaux, qui sont également solubles dans l'alcool et même dans l'éther, surtout à chaud, a démontré qu'ils sont la combinaison éthylée correspondant à l'amidocyanurate diméthylique. Leur formule est donc



$$C^7H^{12}N^4O^2 = C^3N^3 \left\{ \begin{array}{l} C^2H^5O \\ C^2H^5O \\ H^2N \end{array} \right.$$

» L'amidocyanurate diéthylique se combine en deux proportions avec le nitrate d'argent. Suivant qu'on emploie un excès ou de ce dernier sel ou de la substance dissoute dans l'acide nitrique, on obtient



$$2C^7H^{12}N^4O^2, AgNO^3$$

ou bien

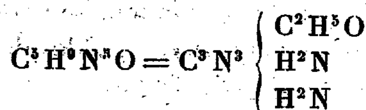


$$C^7H^{12}N^4O^2, AgNO^3.$$

» Les deux combinaisons cristallisent en aiguilles; la dernière peut être recristallisée dans de l'eau bouillante, sans éprouver une décomposition sensible; mais la première se décompose par recristallisation et se transforme peu à peu dans la deuxième combinaison.

» *Éther éthylique de l'acide diamidocyanurique* (diamidocyanurate éthylique). — Ayant abandonné assez longtemps une solution d'amidocyanurate diéthylique (non complétement purifié) additionnée d'ammoniaque aqueuse concontrée, il s'en déposa des cristaux blancs, beaucoup moins solubles dans l'alcool, et dont le point de fusion était de 190 à 200 degrés.

» L'analyse de ces cristaux les caractérise comme le diamidocyanurate éthylique



$$C^5H^9N^5O = C^3N^3 \begin{cases} C^2H^5O \\ H^2N \\ H^2N \end{cases}$$

» Cet éther, en solution nitrique, fournit également, par l'addition du nitrate d'argent, des aiguilles cristallines dont l'analyse n'a pas été faite.

» *Expériences dans la série amylique.* — Nous n'avons encore expérimenté que qualitativement dans cette série. Le produit de la réaction du chlorure de cyanogène sur l'amylate sodique est une huile. Elle distille vers 200 degrés, mais paraît éprouver en même temps une profonde altération; les dernières portions se solidifient en cristaux blancs soyeux, faciles à purifier par dissolution et recristallisation. Nous sommes disposés à les considérer comme étant le cyanurate amylique, mais cette supposition n'est point encore vérifiée par l'analyse.

» *Expériences dans la série phénylique.* — Nous citerons encore une expérience faite dans la série phénylique. Le chlorure de cyanogène réagit sur le phénylate sodique, dissous cette fois-ci dans l'alcool éthylique absolu, avec la même énergie que sur les autres combinaisons sodiques. La liqueur décantée du sel marin fournit, par l'addition d'eau, une huile plus dense que ce liquide. Elle fut soumise à la distillation.

» Il passe d'abord du phénol presque pur; la distillation fut arrêtée dès

qu'une goutte du résidu se prit en une masse cristalline, qui fut trouvée presque insoluble dans l'alcool froid.

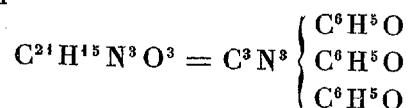
» Ce résidu fut alors délayé dans l'alcool, jeté sur un filtre et lavé à l'alcool froid. Le magma cristallin, qui était déjà devenu blanc, fut ensuite recristallisé dans une grande quantité d'alcool bouillant. Par un refroidissement lent, il s'en dépose de longues aiguilles fines, presque insolubles dans l'eau et l'éther, solubles dans la benzine.

» L'analyse de ces cristaux est représentée par la formule



$$C^7H^5NO;$$

mais leur mode de formation, de même que leurs propriétés, permettent de les considérer comme la combinaison trimoléculaire, c'est-à-dire comme le cyanurate phénilique



$$C^{21}H^{15}N^3O^3 = C^3N^3 \left\{ \begin{array}{l} C^6H^5O \\ C^6H^5O \\ C^6H^5O \end{array} \right.$$

correspondant à la combinaison méthyle décrite plus haut.

» Ils fondent à 224 degrés. Ce point de fusion est très-sensiblement inférieur à celui de la combinaison isomère déjà connue, dont le point de fusion est 264 degrés.

» Cette dernière, qui doit être considérée comme l'*isocyanurate phénylique*, se distingue en outre du nouveau cyanurate triphénylique très-nettement par sa forme cristalline et sa manière de se comporter à l'égard des dissolvants.

» Il reste encore à constater si la combinaison phénylée, à l'instar de la combinaison méthylée, se métamorphose sous l'influence de la chaleur, en se transformant dans le cyanurate déjà connu.

» MM. R. Bensemann et K. Sarnow ont bien voulu nous assister dans cette recherche, et nous leur en exprimons nos remercîments. »

Le P. Secchi fait hommage à l'Académie d'un Mémoire, imprimé en italien, qu'il vient de publier, et qui a pour titre : « Sur les spectres prismatiques des corps célestes ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Réponse aux objections de* M. Jamin; *par* **M. M. Croullebois.**

« Dans la dernière séance de l'Institut, M. Jamin a discuté ma méthode et mes résultats, et il a présenté plusieurs objections qui m'obligent à revenir sur ce sujet avant de persister dans mes conclusions.

» Il me donne le conseil de reprendre la méthode d'Arago, mais j'avoue que je n'en aurais pas attendu le bénéfice, si j'avais eu à ma disposition les ressources d'une collection de physique.

» Comme il s'est efforcé de montrer les défauts possibles de mon procédé, il est juste que je fasse ressortir ici les qualités qu'il possède.

» En présentant mon appareil à l'Académie, j'avais pour but d'offrir aux chimistes une méthode commode et expéditive pour évaluer un des éléments physiques des corps qu'ils découvrent. Cet appareil est intéressant à plus d'un titre. D'abord il n'exige pas l'usage des Tables de logarithmes, comme cela est nécessaire dans la méthode du goniomètre. En second lieu, les quantités k, k', l, l' de la formule

$$n - 1 = \frac{kl' - k'l}{kl'}(N - 1)$$

s'obtiennent avec plus de rapidité que l'angle réfringent et la déviation minima, et de plus avec un degré notable d'approximation, quand l'expérimentateur est sûr de sa main et doué d'une bonne vue. Enfin, et c'est surtout ce qui le distingue, *mon instrument est le premier exemple connu dans la science de l'application de la méthode interférentielle à la mesure de l'indice de réfraction absolue des liquides dans les couleurs élémentaires.* »

« **M. Drach** soumet au jugement de l'Académie deux volumes in-folio manuscrits, calculés et écrits par lui, et contenant diverses tables numériques qu'il pense pouvoir être utiles dans quelques recherches théoriques.

» Le premier volume contient les carrés binaires

$$N = a^2 + b^2 = c^2 + d^2 = e^2 + f^2, \text{ etc.}$$

jusqu'à $N = 256000$, et cela quelquefois jusqu'à une douzaine de décompositions de N.

» Le second volume contient une table supplémentaire pour

$$M = h^2 + k^2 + l^2,$$

et donne la plus petite valeur de l qui fasse $M - l^2 = N$;

» Les méthodes servant à trouver les quantités complémentaires pour que tout nombre jusqu'à 256000 soit une somme de quatre carrés;

» Les racines cubiques des nombres premiers, à 33 décimales, et de leurs carrés ($\sqrt[3]{a}$, $\sqrt[3]{aa}$) jusqu'à 127;

» $a^3 + b^3 = N$, jusqu'à $N =$ un million et au delà;

» $N = a^3 + b^3 = c^3 + d^3 = e^3 + f^3$, jusqu'à $N = 100000$;

» $N = a^3 + b^3 + c^3 = d^3 + e^3 + f^3 = g^3 + h^3 + i^3$, jusqu'à $N = 380000$, etc. »

M. Wade adresse à l'Académie une Note tendant à établir l'exactitude du fait cité par M. Duchemin, dans sa précédente Communication, sur une cause de mortalité des carpes. L'auteur rapporte l'exemple de crapauds, qu'on a trouvés fixés sur la tête de brochets.

(Renvoi à l'examen de MM. Milne Edwards et Em. Blanchard.)

M. d'Esterno adresse, à propos de cette même Communication, des remarques desquelles il résulterait que ce sont exclusivement des crapauds mâles qui s'attachent aux carpes, et que cette singulière attaque se produit exclusivement à l'époque du frai.

(Renvoi à l'examen de MM. Milne Edwards et Blanchard.)

M. L. Aubert adresse un « Neuvième Mémoire sur les solides soumis à la flexion. Erreurs des rapports $\frac{1}{ab^3}$ de Navier ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E.-J. Maumené adresse une Note sur la préparation du sucre optiquement neutre.

(Commissaires : MM. Payen, Peligot.)

M. J. Hyrtl adresse un travail très-étendu, imprimé en allemand, sur les vaisseaux sanguins du placenta chez l'homme.

(Renvoi à la future Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Blom** adresse une solution du problème de la trisection de l'angle.

On fera de nouveau savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision ancienne, les Communications relatives à cette question sont considérées comme non avenues.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, diverses livraisons des Mémoires du *Geologigal Survey* de l'Inde.

« M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Frédéric de Botella,* d'un ouvrage imprimé en espagnol et intitulé : *Description géologique et minière des provinces de Murcie et d'Albacete.*

» Cet important travail, exécuté par M. de Botella dans l'exercice de ses fonctions comme ingénieur en chef au corps des Mines, a été imprimé par ordre du gouvernement de l'Espagne.

» On y trouve une belle carte géologique des deux provinces, à l'échelle du millionième, accompagnée de coupes coloriées et de nombreuses figures intercalées dans le texte. L'auteur fait connaître les terrains sédimentaires et éruptifs qui constituent le sol des provinces de Murcie et d'Albacete, les phénomènes métamorphiques que les premiers ont subis en quelques points et les minerais métalliques qui s'y sont introduits par voie d'*émanation à la manière du soufre,* pour former des filons concrétionnés et d'autres gîtes plus ou moins irréguliers. Il énumère et il décrit les gîtes de plomb, de fer, de cuivre, de zinc, d'alun, de manganèse et de soufre, qui sont exploités dans de nombreuses concessions. Les derniers chapitres de l'ouvrage sont consacrés à la description des travaux des mines, à la préparation mécanique des minerais et à la métallurgie.

» Des poteries, des sculptures et des débris antiques trouvés dans ces mines et figurées dans l'ouvrage, constatent qu'elles ont été exploitées par les Romains. »

GÉOMÉTRIE. — *Quelques résultats obtenus par la considération du déplacement infiniment petit d'une surface algébrique.* Note de **M. A. Mannheim**, présentée par M. Chasles.

« Steiner, dans un *Mémoire sur les courbes et les surfaces algébriques* (1), dont la traduction a été insérée dans le *Journal de Mathématiques de M. Liouville* (2), a cherché le nombre des normales qu'on peut abaisser d'un point sur une courbe algébrique ou sur une surface algébrique. Pour une courbe de degré m, il arrive de trois manières à montrer que d'un point on peut mener à cette courbe m^2 normales. Son premier procédé consiste à déplacer infiniment peu la courbe autour du point donné : les m^2 points d'intersection de la courbe considérée dans sa première position et dans sa position infiniment voisine sont les pieds des normales cherchées.

» Steiner n'a pas étendu ce procédé au cas de l'espace. M. August a fait connaître cette généralisation (3), il considère pour cela deux déplacements infiniment petits autour de deux droites quelconques issues du point d'où l'on veut mener les normales.

» Je me propose de montrer comment, dans l'espace, l'emploi de déplacements infiniment petits conduit, non-seulement au nombre de normales qu'on peut abaisser d'un point sur une surface algébrique, mais encore à quelques autres résultats nouveaux.

» Si l'on donne à une surface de degré m un déplacement infiniment petit autour d'une droite quelconque, on obtiendra une courbe gauche de degré m^2 résultant de l'intersection de la surface considérée dans deux positions infiniment voisines. Cette courbe, en employant l'expression de Monge, est la caractéristique de la surface enveloppe de la surface mobile. Ces deux surfaces, l'enveloppe et l'enveloppée, se touchent suivant cette caractéristique. Les normales à ces surfaces issues de tous les points de cette ligne rencontrent l'axe de rotation. On peut donc dire que cette caractéristique est le lieu des pieds des normales abaissées de tous les points de l'axe de rotation sur la surface donnée. On a alors ce théorème :

» *Les pieds des normales abaissées de tous les points d'une droite sur une surface de degré m appartiennent à une courbe de degré m^2.*

---

(1) *Journal de Crelle*, XLIXe cahier.

(2) Première série, t. XX, p. 36.

(3) *Journal de Crelle*, LXVIIIe cahier, p. 242.

» M. Chasles avait montré (1) par une voie toute différente que les pieds des normales abaissées de tous les points d'une droite sur une surface du second degré appartiennent à une courbe du quatrième ordre.

» Le théorème auquel nous venons d'arriver donne immédiatement la solution de cette question :

» *Quel est le degré de la surface enveloppe d'une surface de degré m qui tourne autour d'une droite?*

» Pour déterminer ce degré, menons un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Ce plan coupera la caractéristique de l'enveloppe en m^2 points. Ces points, amenés dans un même plan méridien au moyen de rotations autour de l'axe, se trouvent alors sur une perpendiculaire à cet axe et appartiennent à la courbe méridienne de l'enveloppe. Cette courbe méridienne est donc d'un degré marqué par m^2. Comme on a deux fois cette courbe dans le plan méridien, la surface enveloppe est d'un degré marqué par $2m^2$.

» Revenons maintenant aux normales à une surface de degré m abaissées de tous les points d'une droite, et cherchons combien parmi ces droites il y en a qui rencontrent une deuxième droite donnée.

» Faisons tourner la figure autour de cette deuxième droite; après un déplacement infiniment petit, elle coupera la caractéristique dont j'ai parlé précédemment en m^3 points; donc :

» *On peut abaisser, sur une surface de degré m, m^3 normales qui rencontrent deux droites données* (2).

» Dans mon *Mémoire sur le déplacement d'une figure de forme invariable* (3), j'ai fait voir que tous les déplacements infiniment petits d'une pareille figure assujettie à quatre conditions pouvaient être obtenus au moyen de deux rotations simultanées autour de deux axes. Pour avoir les points où une surface de la figure mobile touche le lieu de ses intersections successives, j'ai montré qu'il suffit de chercher les pieds des normales à à cette surface qui rencontrent ces deux axes. D'après le théorème précédent, ces points de contact pour une surface de degré m que l'on déplace sont au nombre de m^3.

---

(1) *Mémoire sur les surfaces engendrées par une ligne droite* (*Correspondance de Quetelet*, t. XI).

(2) M. Chasles avait déjà donné le théorème suivant : *Étant données deux droites dans l'espace et une surface du second degré, il y a généralement huit normales à la surface qui s'appuient sur les deux droites* (loc. cit.).

(3) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XX.

» Nous avons considéré tout à l'heure la courbe lieu des pieds des normales abaissées de tous les points d'une droite sur une surface de degré m; cherchons le degré de la surface à laquelle appartiennent ces normales. Je dis que :

» *Les normales abaissées de tous les points d'une droite sur une surface de degré m forment une surface de degré* m^3.

» Car, d'après ce que nous venons de voir, une droite rencontrera cette surface en m^3 points.

» Cette surface lieu de normales est ce que j'ai appelé une *normalie* (1).

» Cherchons *quel est le degré de la normalie à une surface de degré m dont la directrice est la courbe d'intersection de cette surface et d'une surface de degré p.*

» Employons le même procédé : cherchons en combien de points une droite rencontrera cette surface ou, ce qui revient au même, combien il y a de génératrices de cette normalie qui rencontrent une droite.

» Pour cela, faisons tourner la surface de degré m autour de cette droite prise comme axe de rotation. Après un déplacement infiniment petit, cette surface coupera la directrice de la normalie de degré mp en m^2p points. Le degré cherché est donc m^2p. Si $p = 1$, c'est-à-dire si la directrice de la normalie est une ligne plane, cette surface est du degré m^2. Le plan de la directrice de cette normalie coupe cette surface suivant une ligne de degré m^2. Cette intersection se compose de la directrice qui est une courbe du degré m et de normales dont le nombre est alors $m^2 - m$.

» Nous voyons donc que :

» *Lorsqu'on coupe une surface de degré m par un plan arbitraire, ce plan contient* $m(m-1)$ *normales de la surface.*

» En rapprochant ce théorème de celui qui donne le nombre des normales à une surface qui rencontrent deux droites, on a immédiatement le nombre des normales qu'on peut mener d'un point à une surface algébrique.

» En effet, par le point donné menons deux droites quelconques. Nous avons m^3 normales qui rencontrent ces deux droites : ces normales sont celles qui passent par le point de rencontre de ces droites et celles qui sont simplement dans leur plan. Ces dernières, d'après ce que nous venons de dire, sont au nombre de $m(m-1)$; donc:

---

(1) Loc. cit.

» *Le nombre des normales qu'on peut abaisser d'un point sur une surface algébrique de degré m est* $m^3 - m(m-1)$.

» Ce nombre a été trouvé analytiquement par M. Terquem (1); M. Salmon a fait voir (2) que le nombre des normales à une surface issues d'un point est égal au degré de la surface augmenté de la classe de cette surface et de la classe d'une section plane; M. Chasles (3) avait démontré que d'un point on peut abaisser six normales sur une surface du deuxième ordre.

» Reprenons encore la surface lieu des normales abaissées de tous les points d'une droite sur une surface de degré m. Nous avons vu qu'elle est du degré m^3. Si on la coupe par une courbe C qui résulte de l'intersection de deux surfaces, l'une du degré q, l'autre du degré r, on aura m^3qr points de rencontre. Nous concluons de là que :

» *Il y a* m^3qr *normales à une surface de degré m qui rencontrent une droite et une courbe* C *résultant de l'intersection de deux surfaces de degrés q et r.*

» Par suite :

» *La normalie à la surface de degré m, dont les génératrices s'appuient sur une courbe* C, *résultant de l'intersection de deux surfaces de degrés q et r, est d'un degré marqué par* m^3qr.

» Coupons cette normalie par une courbe D résultant de l'intersection de deux surfaces de degrés s et t, nous aurons m^3qrst points de rencontre; donc :

» *Les normales à une surface de degré m, qui rencontrent deux courbes* C, D, *la première résultant de l'intersection de deux surfaces de degrés q et r, la deuxième résultant de l'intersection de deux surfaces de degrés s et t, sont au nombre de* m^3qrst.

» L'utilité des déplacements dans l'étude des surfaces algébriques nous paraît maintenant suffisamment établie par ces premiers résultats. »

ANALYSE. — *Sur la division des fonctions hyperelliptiques;* par **M. C. Jordan.**

« La réduction des formes binaires du sixième ordre à la forme $T^2 - U^3$ a été signalée par M. Cayley; elle dépend, comme l'a montré récemment M. Clebsch, d'une équation du 40e degré, identique à celle qui donne la trisection dans les fonctions hyperelliptiques à quatre périodes.

(1) *Journal de Mathématiques de M. Liouville*, 1re série, t. IV, p. 175.

(2) *Journal de Cambridge*, t. III (1848), p. 46.

(3) Loc. cit.

» C'est en supposant connue une racine de cette équation, et cherchant comment les autres se distribuent relativement à celle-là, que M. Clebsch a été mis sur la voie de cette identité, qu'il a démontrée ensuite *a priori*. Ce procédé ingénieux paraît devoir s'appliquer avec non moins de succès à l'étude d'autres équations, qu'on pourrait tenter de comparer à celles de la division des fonctions hyperelliptiques. Les résultats suivants pourront faciliter ces rapprochements.

» On sait que la division des périodes par un nombre premier impair p dans les fonctions à $2n$ périodes dépend d'une équation X_n de degré $\frac{p^{2n}-1}{p-1}$; et qu'en caractérisant les racines de cette équation par les rapports de $2n$ indices $x_1, y_1, \ldots, x_n, y_n$ variables de 0 à $p-1$, sans être nuls à la fois, son groupe sera formé des substitutions de la forme

$$G = \left| \begin{array}{ll} x_1, y_1 & a'_1 x_1 + c'_1 y_1 + a'_2 x_2 + c'_2 y_2 + \ldots, \; b'_1 x_1 + d'_1 y_1 + b'_2 x_2 + d'_2 y_2 + \ldots \\ x_2, y_2 & a''_1 x_1 + c''_1 y_1 + a''_2 x_2 + c''_2 y_2 + \ldots, \; b''_1 x_1 + d''_1 y_1 + b''_2 x_2 + d''_2 y_2 + \ldots \\ \ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right|,$$

où les coefficients (ou plutôt leurs rapports) satisfont aux équations de condition

$$(1) \qquad \begin{cases} \Sigma_\nu (a^\nu_\mu d^\nu_\mu - b^\nu_\mu c^\nu_\mu) \equiv m, & \Sigma_\nu (a^\nu_\mu d^\nu_{\mu'} - b^\nu_\mu c^\nu_{\mu'}) \equiv 0 \pmod{p}, \\ \Sigma_\nu (a^\nu_\mu b^\nu_{\mu'} - b^\nu_\mu a^\nu_{\mu'}) \equiv 0, & \Sigma_\nu (c^\nu_\mu d^\nu_{\mu'} - d^\nu_\mu c^\nu_{\mu'}) \equiv 0, \end{cases}$$

m étant un entier constant pour une même substitution.

» Supposons connue l'une des racines de X_n, par exemple $1000\ldots$. Cette adjonction réduira le groupe de X_n à celles de ses substitutions qui ne déplacent pas cette racine, lesquelles seront de la forme

$$H = \left| \begin{array}{ll} x_1, y_1 & a'_1 x_1 + c'_1 y_1 + a'_2 x_2 + c'_2 y_2 + \ldots, \; d'_1 y_1 \\ x_2, y_2 & \qquad c''_1 y_1 + a''_2 x_2 + c''_2 y_2 + \ldots, \; d''_1 y_1 + b''_2 x_2 + d''_2 y_2 + \ldots \\ \ldots\ldots & \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right|.$$

» Groupons les racines restantes en systèmes, en réunissant ensemble les p racines qui ne diffèrent que par la valeur de x_1, et partageons ces systèmes en deux classes, suivant que y_1 y est $\gtrless 0 \pmod{p}$ ou congru à zéro. La première classe contiendra p^{2n-2} systèmes, correspondants aux divers systèmes de valeurs qu'on peut assigner aux rapports $\frac{x_2}{y_1}, \frac{y_2}{y_1}, \ldots$; la seconde en contiendra $\frac{p^{2n-2}-1}{p-1}$, correspondants aux divers systèmes de valeurs des

rapports des entiers x_2, y_2,..., qui ne sont pas nuls simultanément. Ces systèmes de seconde classe pourront être caractérisés par le symbole $(x_2 y_2 \ldots)$.

» Cela posé, il est clair : 1° que chacune des substitutions de H remplace les racines de chaque système par celles d'un autre système de la même classe; 2° qu'en particulier elle remplace le système $(x_2 y_2,\ldots)$ par le système $(d''_2 x_2 + c''_2 y_2 + \ldots, b''_2 x_2 + d''_2 y_2 + \ldots, \ldots)$. Or, pour que les substitutions H satisfassent aux équations (1), il faut que d''_2, c''_2, b''_2, d''_2,... (ou plutôt leurs rapports) satisfassent aux équations analogues qu'on obtiendrait s'il n'y avait que $2n-2$ indices. La détermination des systèmes $(x_2 y_2 \ldots)$ dépend donc d'une équation X_{n-1} analogue à celle qui donne la division des fonctions à $2n-2$ périodes. Cette équation étant supposée résolue, le groupe de X_n se trouvera réduit à celles de ses substitutions qui sont de la forme

$$\mathrm{I} = \left| \begin{array}{lll} x_1, y_1 & d'_1 x_1 + c'_1 y_1 + d'_2 x_2 + c'_2 y_2 + \ldots, & d'_1 y_1, \\ x_2, y_2 & c''_1 y_1 + x_2, \quad d''_1 y_1 + y_2, & \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots\ldots & \end{array} \right|,$$

et il est clair qu'en résolvant une équation abélienne de degré $p-1$, puis $2n-1$ équations abéliennes de degré p, on le réduira successivement à celles de ses substitutions qui n'altèrent pas y_1, puis à celles qui n'altèrent ni y_1 ni x_2, etc., puis à celles qui n'altèrent que x_1, lesquelles remplaceront x_1 par $x_1 + c'_1 y_1$, en vertu des relations (1), et enfin à la seule substitution 1. On aura donc le résultat suivant :

» *Si l'on connaissait l'une des racines de l'équation X_n de la p section des fonctions à $2n$ périodes, on obtiendrait les autres en résolvant : 1° une équation X_{n-1} analogue à celle de la p section des fonctions à $2n-2$ périodes; 2° une équation abélienne de degré $p-1$; 3° $2n-1$ équations abéliennes de degré p.*

» Supposons qu'au lieu de la racine 1000... on s'adjoignît une autre racine appartenant à un système de première classe, telle que 0100.... Les $p-1$ racines restantes dans ce système, jointes à 1000..., forment, relativement à 0100..., un système de première classe. Considérons un autre système quelconque relatif à 1000..., par exemple celui qui est formé des racines $x_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 \ldots$. Ses p racines, considérées relativement à 1000..., appartiendront à autant de systèmes distincts, dont un seul (celui qui contient la racine $0 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 \ldots$) sera de seconde classe.

» Supposons au contraire que l'on s'adjoigne une racine appartenant à

un système de seconde classe, telle que 0010.... La racine 1000... sera de seconde classe par rapport à celle-là : et les p racines du système $x_1\beta_1\alpha_2\beta_2\ldots$ appartiendront, par rapport à la nouvelle racine, à p systèmes différents, qui seront tous de première ou de seconde classe, suivant que β_2 sera ou non différent de zéro.

» L'équation X_n a plusieurs réduites remarquables qui méritent d'être signalées :

» Soit $m = \frac{n}{l}$ un diviseur quelconque de n (qui peut être égal à l'unité) : partageons les indices $x_1, y_1, \ldots, x_n, y_n$ en l systèmes de $2m$ indices, $x_1, y_1, \ldots, x_m, y_m$; $x_{m+1}, y_{m+1}, \ldots$; .... Celles des substitutions G qui remplacent les indices de chaque système par des fonctions de ces mêmes indices, jointes à celles qui permutent ces systèmes entre eux, forment un groupe K, d'ordre $1.2\ldots l\left[\frac{(p^{2m}-1)p^{2m-1}\ldots(p^2-1)p}{p-1}\right]^l$. Les substitutions de G étant d'ailleurs en nombre $\frac{(p^{2n}-1)p^{2n-1}\ldots(p^2-1)p}{p-1}$, une fonction des racines invariable par les substitutions de K dépendra d'une équation de degré $\frac{(p^{2n}-1)p^{2n-1}\ldots(p^2-1)p(p-1)^{l-1}}{1.2\ldots l[(p^{2m}-1)p^{2m-1}\ldots(p^2-1)p]^l}$.

» Soient, d'autre part, L un groupe quelconque, contenu dans le groupe linéaire de degré p^n;

$$S = | \; z_1, z_2, \ldots \quad \alpha_{11}z_1 + \alpha_{12}z_2 + \ldots, \; \alpha_{21}z_1 + \alpha_{22}z_2 + \ldots, \ldots \; |,$$

une de ses substitutions;

$$T = | \; z_1, z_2, \ldots \quad \beta_{11}z_1 + \beta_{12}z_2 + \ldots, \; \beta_{21}z_1 + \beta_{22}z_2 + \ldots, \ldots \; |,$$

la substitution réciproque de la substitution

$$| \; z_1, z_2, \ldots \quad \alpha_{11}z_1 + \alpha_{21}z_2 + \ldots, \; \alpha_{12}z_1 + \alpha_{22}z_2 + \ldots, \ldots \; | :$$

» Le groupe de X_n contiendra la substitution

$$\left| \begin{array}{ll} x_1, x_2, \ldots & \alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_2 + \ldots, \; \alpha_{21}x_1 + \alpha_{22}x_2 + \ldots, \ldots \\ y_1, y_2, \ldots & \beta_{11}y_1 + \beta_{12}y_2 + \ldots, \; \beta_{21}y_1 + \beta_{22}y_2 + \ldots, \ldots \end{array} \right|,$$

» Les substitutions de cette nature, jointes à celles des substitutions G qui n'altèrent pas $x_1, x_2, \ldots$, lesquelles remplacent $y_1, y_2, \ldots$ par des fonctions de la forme $y_1 + a_1x_1 + bx_2 + \ldots$, $y_2 + a_2x_2 + bx_1 + \ldots$, ..., donnent un groupe d'ordre $Op^{\frac{n(n+1)}{2}}$, O désignant le nombre des substitutions de L qui ne diffèrent pas les unes des autres par un simple facteur

constant. Une fonction des racines de X_n, invariable par les substitutions de ce groupe, dépendra d'une équation dont le degré D sera égal à

$$\frac{(p^{2n}-1)p^{2n-1}\ldots(p^2-1)p}{(p-1)\,\mathrm{O}\,p^{\frac{n(n+1)}{2}}}.$$

» Si l'on prend pour L le groupe linéaire le plus général du degré p^n, on aura $\mathrm{O}=(p^n-1)\ldots(p^n-p^{n-1})$, d'où $\mathrm{D}=(p^n+1)(p^{n-1}+1)\ldots(p+1)$.

» Soit en particulier $n=2$, D sera égal à $\frac{p^4-1}{p-1}$, d'où ce résultat remarquable :

» *L'équation de la p section des périodes dans les fonctions à quatre périodes a deux réduites essentiellement distinctes et du même degré* $\frac{p^4-1}{p-1}$.

» (Dans le cas de la trisection, la seconde réduite que nous venons de trouver n'est autre que l'équation du 40ième degré qui donne les termes de trièdres conjugués de Steiner.)

» Existe-t-il en général, comme dans le cas de la trisection des fonctions à quatre périodes, des réduites d'un degré inférieur à $\frac{p^{2n}-1}{p-1}$? La négation n'est guère douteuse; mais elle semble difficile à établir d'une manière générale. Le seul résultat dont nous possédions la démonstration est le suivant :

» *L'équation du degré* $\frac{5^4-1}{5-1}$, *d'où dépend la quintisection des fonctions à quatre périodes, n'est susceptible d'aucun abaissement de degré.*

» Cette démonstration s'effectue par les mêmes procédés que nous avons appliqués à l'équation aux 27 droites des surfaces du troisième ordre dans le *Journal de M. Liouville* et dans notre *Traité des Substitutions*. Mais ici le degré de l'équation étant plus élevé, on a plus de cas à examiner, et la discussion devient très-prolixe. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur l'existence de nouvelles classes renfermant chacune un nombre illimité de courbes algébriques planes, dont les arcs offrent une représentation exacte de la fonction elliptique de première espèce; par* M. Allégret.

« M. J.-A. Serret a fait connaître, le premier, une classe de courbes planes dont les arcs expriment la fonction $\mathrm{F}(\varphi, c)$ de Legendre. Ces courbes sont définies par l'équation différentielle

$$(1)\qquad ds=\sqrt{m^2-1}\,\frac{dr}{\sqrt{-1+2mr^2-r^4}},$$

où m désigne un nombre arbitraire > 1, r un rayon vecteur arbitraire de la courbe et s la longueur de l'arc. L'intégration de l'équation (facile à effectuer en employant les coordonnées polaires) montre que la courbe est algébrique lorsque m est un nombre commensurable.

» On peut de même intégrer l'équation plus compliquée, sur laquelle je suis tombé par des considérations un peu indirectes,

$$(2) \qquad ds = \sqrt{m^2 - 1} \frac{dr}{\sqrt{-1 + 2mr^3 - r^6}},$$

et son intégrale est encore algébrique pour des valeurs commensurables de $m > 1$.

» Je suis parvenu à obtenir deux autres classes de courbes distinctes des précédentes, en partant des deux nouvelles équations

$$(3) \qquad ds = 2\sqrt{m(1-m)} \frac{dr}{\sqrt{1 - r^4}},$$

$$(4) \qquad ds = 2\sqrt{m(1-m)} \frac{dr}{\sqrt{1 - r^6}},$$

dans lesquelles le nombre positif m est < 1.

» La discussion de toutes ces courbes donnerait lieu à quelques remarques, que je ne développerai pas en ce moment. Je me borne à constater que les deux dernières classes de courbes, dont l'arc s'exprime évidemment par des fonctions elliptiques de première espèce, se déduisent très-simplement des épicycloïdes ordinaires intérieures, dans lesquelles on suppose que le rapport des rayons des deux cercles est égal à $1 - m$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les taches du Soleil.* Note de **M. L. Sonrel**, présentée par M. Delaunay.

« Dans deux Notes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au mois d'août 1869, j'exprimais le désir de pouvoir remplacer, pour l'étude des mouvements des taches solaires, les dessins faits à la main sur des images en projection du Soleil, par des photographies.

» Depuis le 12 avril dernier, j'ai pu prendre chaque jour une épreuve du Soleil, sur une échelle assez étendue pour que les mesures présentent un assez grand degré de précision.

» Les épreuves que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie sont loin d'avoir aucune valeur artistique. La netteté de l'image des taches exige un temps de pose excessivement court; mais alors, les ondulations dont elles

sont affectées risqueraient de les fixer dans une position qui n'est pas la vraie; ce temps de pose très-court n'est donc acceptable que lorsqu'on veut étudier les formes des taches, et non leurs positions successives.

» Depuis quelque temps les perturbations de la surface solaire présentent un degré d'activité très-remarquable. J'ai pensé que l'Académie verrait avec quelque intérêt plusieurs de ces photographies, malgré leurs imperfections.

» Les heures des observations sont indiquées en temps sidéral. Des chiffres ou des lettres semblables correspondent, sur les diverses photographies, aux mêmes taches ou groupes de taches; un intervalle de quelques heures seulement suffit pour accuser leur mouvement général et leurs mouvements relatifs. Quand le temps est clair et l'épreuve réussie, les facules apparaissent d'une manière très-nette.

» J'ai été aidé dans ce travail par M. Paul Henry, mon aide-physicien à l'Observatoire impérial. »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie de la scintillation de* M. Respighi. Note de **M. H. Tarry**, présentée par M. Delaunay.

« M. Respighi s'est servi pour toutes ses expériences d'un équatorial de Merz de $4\frac{1}{2}$ pouces d'ouverture, muni d'un spectroscope à vision directe formé d'un prisme multiple d'Hoffmann et d'une lentille cylindrique posée entre le prisme et l'oculaire. Cet instrument est assez fort pour donner les spectres des étoiles jusqu'à la quatrième grandeur avec les diverses particularités du phénomène de la scintillation, et il offre, en outre, l'avantage, à cause de ses petites dimensions, d'être facilement et rapidement dirigé dans divers azimuts et à diverses hauteurs.

» La première série d'observations que M. Respighi avait faite au commencement de l'année 1868, en examinant les spectres d'un grand nombre d'étoiles à diverses hauteurs sur l'horizon, l'avait conduit à exclure, au moins comme cause principale du phénomène de la scintillation, les interférences admises par Arago et M. Wolf et la réflexion dans les ondes atmosphériques admise par Montigny. D'après M. Respighi, le phénomène de la scintillation aurait pour cause des soustractions réelles et momentanées ou des *déviations des rayons lumineux* transmis par l'objectif ou reçus directement par notre pupille. Il démontre, en effet, que toutes ses observations satisfont complétement à cette hypothèse et ne s'accordent pas aussi facilement avec les conséquences qui découlent des deux autres. C'est le

résultat de la différence de réfrangibilité des rayons lumineux dans l'atmosphère.

» L'immobilité des raies du spectre, même pendant la plus forte scintillation, prouve que la déviation angulaire des rayons lumineux est très-petite et que, par suite, l'action des ondes se produit sur les rayons eux-mêmes à une grande distance de l'observateur; en un mot, que l'opération de la scintillation s'accomplit dans des régions très-éloignés de nous. Cela posé, il suffit, pour faire sortir du champ de l'objectif des rayons d'une couleur déterminée, qu'il se produise dans les couches atmosphériques une réfraction de quelques dixièmes de seconde, ce que diverses considérations rendent très-probable.

» Ces résultats, obtenus par une série d'observations et consignés dans le Mémoire du 10 *mai* 1868, étaient trop importants pour que M. Respighi, qui a une grande habitude du maniement du spectroscope, ne tînt pas à continuer ses recherches, afin de préciser davantage toutes les conditions du phénomène de la scintillation et d'en compléter la théorie. C'est dans ce but qu'il entreprit une seconde série de sept cent vingt observations réparties sur soixante et une soirées, depuis le 4 octobre 1868 jusqu'au 12 février 1869.

» Son attention se porta surtout sur le mouvement des rayons, et il découvrit de nouveaux caractères plus nets que les premiers et de nature à lui enlever toute espèce de doute sur l'origine du phénomène. Les résultats de cette seconde série d'expériences peuvent se résumer comme il suit :

» 1° Le mouvement des rayons sur le spectre, dans les conditions atmosphériques ordinaires, va du rouge au violet pour les étoiles situées à l'ouest, du violet au rouge pour celles situées à l'est, et il oscille d'une couleur à l'autre ou semble stationnaire pour les étoiles voisines du méridien, tant au nord qu'au sud.

» 2° Le mouvement des rayons est plus régulier et moins rapide dans le voisinage de l'horizon ; c'est le contraire pour les grandes hauteurs.

» 3° Le mouvement des rayons s'effectue dans le même sens quelle que soit la direction du spectre; mais lorsque le spectre est vertical, les rayons sont moins nets et comme transversaux jusqu'à la hauteur de 30 degrés; au delà ils deviennent de plus en plus indécis, jusqu'à se transformer en rayons longitudinaux et quelquefois en simples mouvements clairs et obscurs, ou en simples changements de couleur.

» 4° Dans le voisinage de l'horizon, les rayons et masses obscures sont

plus fréquents que les rayons et masses claires, qui ne se rencontrent d'ailleurs que dans ces circonstances où les rayons réguliers et presque longitudinaux sont quelquefois accompagnés d'autres moins réguliers et plus inclinés.

» 5° Dans les circonstances atmosphériques normales, les étoiles voisines les unes des autres présentent les mêmes phénomènes.

» 6° Quand les images des étoiles sont très-diffuses, ou que les circonstances atmosphériques ne sont pas normales, les rayons sont plus faibles, leur forme et leur mouvement plus irréguliers. Il en est de même lorsque des vents forts dominent, et alors les variations du spectre se réduisent quelquefois à de simples changements d'éclat, même dans les étoiles voisines de l'horizon et très-brillantes.

» 7° Lorsque la forme et le mouvement des rayons sont réguliers, ordinairement le beau temps continue, et en général il semble que la régularité des phénomènes de scintillation soit un moyen probable de prédire la continuation de la belle saison. Ces phénomènes sont plus précis et plus marqués lorsque l'atmosphère est très-humide.

» Si les premiers résultats publiés en 1868 par M. Respighi rendaient probable l'explication du phénomène au moyen de la dispersion atmosphérique et des réfractions irrégulières subies par les rayons que les étoiles envoient aux objectifs de nos lunettes et à notre pupille, ce qui avait été la conclusion de son premier Mémoire, les derniers résultats rendent cette explication presque certaine; ils montrent que le phénomène s'accorde de plus en plus avec elle et enlèvent les derniers doutes qui pouvaient encore subsister sur l'exactitude de cette théorie.

» La constance du sens du mouvement des rayons par rapport au méridien, c'est-à-dire le mouvement des rayons du rouge au violet pour les étoiles de l'ouest et le mouvement opposé pour celles de l'est, montre premièrement que la cause de ce mouvement ne peut être dans les mouvements particuliers d'ascension ou de descente des masses atmosphériques traversées par les rayons lumineux; car, dans ce cas, l'atmosphère étant supposée dans des conditions normales, ce mouvement devrait, au même moment, s'étendre à toutes les régions environnantes, et, par suite, le mouvement des rayons devrait s'effectuer dans le même sens et à peu près avec la même vitesse dans les spectres des étoiles de tous les azimuts, et, en outre, le sens de ce mouvement devrait être plus variable et changer d'un jour à l'autre, ou au moins dans les diverses heures de la nuit.

» La constance des lois de ce mouvement, selon M. Respighi, est incon-

testable, puisqu'elle se montre prédominante, même dans les circonstances anormales, au moins pour les étoiles voisines de l'horizon.

» Il faut, par conséquent, recourir à une cause constante, générale ou terrestre, et cette cause, M. Respighi la trouve précisément dans le *mouvement de rotation de la terre*. Il arrive ainsi à formuler les lois exposées ci-dessus dans les termes suivants :

« Quand une étoile s'abaisse, les rayons vont du rouge au violet; quand elle s'élève, au contraire, ils vont du violet au rouge; ou encore :

« Quand les rayons lumineux émanés des étoiles traversent des parties de plus en plus basses de l'atmosphère, les rayons vont du rouge au violet, et ils vont du violet au rouge quand ils rencontrent des parties de plus en plus élevées de l'atmosphère. »

» Ce fait est en accord complet avec le mouvement suivi de l'atmosphère, et, à cause de son importance, il mérite d'être pleinement élucidé, car on ne voit pas tout de suite comment le mouvement de rotation de la terre peut avoir tant d'influence dans le phénomène de la scintillation. C'est au développement de cette proposition que M. Respighi s'attache dans la seconde partie de son travail, mais l'étendue du sujet nous oblige à la simple indication. »

PHYSIQUE. — *Sur les intervalles harmoniques et mélodiques.* Note de **M. G. Guéroult**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« MM. Cornu et Mercadier ont présenté l'année dernière à l'Académie un Mémoire tendant à démontrer que la gamme *mélodique* et la gamme *harmonique* sont formées par des intervalles différents ; en particulier, que le nombre des vibrations de deux sons formant une tierce sont entre eux dans le rapport $\frac{81}{64}$ si les sons se font entendre *successivement*, et dans le rapport $\frac{5}{4}$ s'ils sont émis *simultanément*.

» Ils ne donnent ce fait que comme un résultat d'expériences nombreuses réalisées par eux avec la voix, le violoncelle, le violon, les tuyaux d'orgue et le sonomètre. Sans entrer dans la critique des procédés d'expérimentation, j'accepte provisoirement les résultats numériques inscrits au Mémoire, et, en ne me servant que de ces chiffres, j'espère prouver à l'Académie que la conséquence à tirer de ces expériences n'est pas celle qui a été mise en avant par les auteurs du Mémoire.

» Je reproduis ici textuellement le tableau où les auteurs ont résumé leurs expériences :

Le son fondamental étant représenté par 1.

Sons produits.	Tierce majeure harmonique.	Tierce majeure mélodique.	Quinte harmonique.	Quinte mélodique.
Par la voix..............	»	1,260	»	1,497
Par le violoncelle.........	1,251	1,266	1,499	1,508
Par le violon.............	1,249	1,264	1,504	1,504
Par les tuyaux d'orgue	1,252	1,267	1,493	1,497
Par le sonomètre	»	1,271	»	1,500
Moyenne observée.........	1,251	1,2656	1,499	1,501
Nombres calculés..	$\frac{5}{4} = 1,250$	$\frac{81}{64} = 1,2656$	$\frac{3}{2} = 1,500$	1,500

» Dans le tableau, la moyenne observée, pour la tierce mélodique, figure comme égale à 1,266, mais c'est une erreur de calcul : sa véritable valeur est 1,2656, c'est-à-dire *exactement* la valeur de la tierce pythagoricienne.

» Pour rendre compte de ces divers résultats, il suffit de deux nombres : ceux qui représentent les rapports des nombres de vibrations de la tierce et de la quinte du *tempérament égal* usité pour le piano.

» La tierce du piano est représentée par le nombre 1,2599.

» La quinte » » 1,498.

» Cela posé, abordons l'examen des nombres consignés plus haut.

» 1° La voix a donné *exactement* la tierce et la quinte *tempérées*, avec une remarquable précision qui s'explique d'ailleurs aisément. On sait que les pianistes ou compositeurs, familiarisés dès l'enfance avec le piano, arrivent souvent à retenir de mémoire les sons de tout le clavier, au point de pouvoir tourner le dos à l'instrument, et dire, sans jamais se tromper, si la note frappée par une autre personne est un *ut*, un *la*♭, un *si*, etc.

» 2° Le violoncelle joue trop haut. Sur la quinte *mélodique*, il se trompe d'un demi-comma en trop; or la quinte est un intervalle beaucoup plus facile à jouer que la tierce. La justesse avec laquelle il donne la tierce et la quinte *harmoniques* ne contredit pas ce qui précède, les battements déterminés par deux sons simultanés étant sensibles à une oreille même peu exercée. Si le violoncelle se trompe d'un demi-comma sur la quinte, il peut fort bien se tromper d'un comma au moins pour la tierce.

» 3° Le violoniste joue aussi trop haut, quoique à un degré moindre, mais on ne peut beaucoup compter sur la justesse de son oreille, puisque sur une quinte *harmonique* il se trompe d'environ un tiers de comma.

» Cette différence a dû déterminer, dans les régions moyennes de la

gamme, environ deux battements. Il est, du reste, à regretter que, pour le violon et le violoncelle, les auteurs du Mémoire n'aient pas cru devoir donner les nombres absolus de vibrations.

» 4° Pour les tuyaux d'orgue, nous avons les nombres absolus. Dans la quinte *harmonique* nous trouvons une erreur de 3,65 vibrations, soit près de deux battements par seconde. Or les battements des sons d'orgue sont très-faciles à saisir. Si l'on peut commettre cette erreur sur la quinte *harmonique*, que ne fera-t-on pas sur la tierce *mélodique?* Remarquons d'ailleurs que la différence entre les résultats fournis par la voix et par les tuyaux d'orgue est d'un demi-comma. L'erreur d'expérience est donc ici *la moitié* de la différence cherchée.

» 5° Pour le sonomètre, même observation *à fortiori*. La différence entre la tierce mélodique donnée par la voix et celle fournie par le sonomètre est de plus d'un comma. L'erreur d'expérience est *supérieure* à la différence cherchée.

» Ce défaut évident de précision dans les expériences faites sur les tuyaux d'orgue et les sonomètres nous oblige à ne point tenir compte des résultats numériques correspondants, d'autant que, comme je l'ai dit plus haut, la moyenne observée se trouve *exactement* ramenée à la valeur de la tierce pythagoricienne par l'observation réalisée sur le sonomètre.

» En prenant les trois résultats fournis par la voix, le violon et le violoncelle, on obtient comme moyenne le nombre 1,263.

» La tierce tempérée est représentée par le nombre 1,260, et, comme je l'ai prouvé plus haut, le violoncelle et le violon ont une tendance manifeste à jouer trop haut.

» Voilà, ce me semble, la vérité. Nos pianistes, nos chanteurs, nos violonistes et violoncellistes, par l'usage constant de la gamme tempérée, en arrivent à ne plus bien saisir, mélodiquement surtout, les vrais intervalles, à moins d'une organisation exceptionnelle. S'ils approchent plus de la tierce pythagoricienne que de la tierce naturelle, c'est tout simplement que la tierce tempérée est plus voisine de la tierce pythagoricienne que de la tierce naturelle. La seule conclusion à tirer des expériences de MM. Cornu et Mercadier est donc que : l'oreille, *faussée* par un commerce prolongé avec un instrument faux, exige souvent, pour la tierce mélodique, un intervalle identique à celui qu'elle rencontre constamment sur cet instrument faux. Si, dans la tierce harmonique, la justesse reprend ses droits, cela tient à la présence du battement, phénomène énergique qui s'impose à une oreille même peu délicate.

» Il me semble difficile d'admettre les conclusions de MM. Cornu et Mercadier sur ce premier point en interprétant des résultats consignés dans leur propre Mémoire. J'ai entrepris, de mon côté, un ensemble d'expériences directes; mais, par suite de retards dans la construction de quelques appareils nouveaux, je me vois forcé d'ajourner à quelque temps le moment où je pourrai avoir l'honneur de placer mes résultats sous les yeux de l'Académie.

» La seconde partie du Mémoire de MM. Cornu et Mercadier est consacrée à la démonstration des propriétés des intervalles et des accords où entre le nombre 7.

» Cette démonstration, qui ne porte que sur un point ou deux, me semble beaucoup moins complète et moins exacte que celle qu'on pourra trouver dans la *Théorie physiologique de la Musique* de Helmholtz, p. 273, 293, 449, 454 de la traduction française. Si ce physiologiste ne fait pas entrer les intervalles formés par le nombre 7 dans sa gamme harmonique, c'est parce que les renversements de ces intervalles sont moins bons que l'intervalle lui-même; c'est par une raison empruntée au domaine de l'harmonie, et nullement parce que le nombre 7 n'entre pas dans la gamme mélodique, comme semblent le croire MM. Cornu et Mercadier.

» Il semble donc acquis au débat que le Mémoire dont il s'agit ici ne détruit ou n'ébranle *absolument aucune* des parties de l'édifice élevé, en huit ans de travaux, par l'éminent physiologiste d'Heidelberg. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Étude sur les actions moléculaires, fondée sur la théorie de l'action capillaire.* Mémoire de **M. C. Alph. Valson**, présenté par M. H. Sainte-Claire Deville. (Extrait par l'Auteur.)

« Dans un précédent travail (*Compte rendu* du 29 novembre 1869), j'ai montré comment les phénomènes capillaires peuvent être appliqués à l'étude des actions moléculaires, en prenant pour exemple le chlore, le brome et l'iode considérés dans leurs combinaisons avec le potassium et le cadmium. Dans ce nouveau travail je me suis occupé plus généralement d'étudier et de comparer entre elles les actions capillaires relatives à un ensemble de corps appartenant à un type bien défini : celui qui comprend les combinaisons salines d'origine inorganique. Considérés en eux-mêmes, et simplement à titre de faits expérimentaux, les résultats obtenus me paraissent déjà offrir un certain intérêt, puisqu'ils montrent comment les sels se comportent au point de vue de la capillarité. Toutefois je me per-

mettrai d'attirer plus particulièrement l'attention des physiciens sur un résultat remarquable auquel je suis parvenu, et que je désigne sous le nom de loi des *modules capillaires*.

» Supposons qu'on ait préparé une série de solutions salines, dans un *état normal*, c'est-à-dire renfermant toutes un équivalent de sel, évalué en grammes, dissous dans une même quantité d'eau, toujours égale à un litre. On aura ainsi des liquides contenant la même quantité d'eau et le même nombre de molécules des radicaux constituant les sels; par conséquent, quand on passera d'une solution à une autre, on se trouvera dans le même cas que si, dans la première solution, on avait extrait la molécule métallique pour la remplacer par une autre molécule métallique; ou bien une molécule métalloïdique par une autre molécule métalloïdique. Cela posé, on reconnaît que les variations produites dans les hauteurs capillaires par ces substitutions sont indépendantes de la nature du composé salin dans lequel les molécules sont engagées, et ne dépend que de la nature même des molécules; de sorte que les effets capillaires sont propres à chaque molécule et servent à la caractériser. En d'autres termes, si l'on part d'un sel formulé par Mm, M désignant le radical métallique et m le radical métalloïdique, et si l'on passe à un second sel Mm', renfermant le même métal uni à un autre métalloïde, l'effet capillaire dû au radical M sera constant, quel que soit m. De même si l'on passe d'un sel Mm à un autre sel $M'm$, l'effet capillaire dû au radical m sera le même, quel que soit le métal. Enfin si l'on passe d'un sel Mm à un sel $M'm'$, dans lequel les deux radicaux ont été changés à la fois, l'effet total sera égal à la somme des effets propres aux deux radicaux pris séparément. Je donne à ces effets capillaires le nom de *modules capillaires*, et alors je puis énoncer la loi suivante :

» 1° Le module d'un radical métallique est constant et indépendant du radical métalloïdique auquel il est associé;

» 2° Le module d'un radical métalloïdique est constant et indépendant du radical métallique auquel il est associé;

» 3° Si les deux radicaux changent à la fois, le module total est égal à la somme des deux modules partiels.

» Je donne, dans mon Mémoire, tous les détails relatifs aux expériences, et j'indique en particulier les précautions à prendre pour que les observations, faites au moyen du tube capillaire, aient la précision dont les autres instruments de physique sont susceptibles. Les résultats obtenus concernant quarante-cinq sels, provenaient de seize bases et neuf acides différents;

ils m'ont permis de construire le tableau suivant, qui se rapporte à un tube de ½ millimètre de diamètre, et à la température de 15 degrés :

Table des modules.

Radical métallique.	Module.	Radical métalloïdique.	Module.
	mm		mm
Ammonium, AzH^4	0,0	Chlorures, Cl	0,0
Lithium, Li	0,05	Carbonates, CO^3	0,5
Sodium, Na	1,2	Azotates, AzO^6	1,0
Magnésium, Mg	1,4	Bicarbonates, C^2O^6	1,1
Calcium, Ca	1,4	Sulfates, SO^4	1,2
Potassium, K	1,5	Sulfites, SO^3	1,3
Manganèse, Mn	2,5	Hyposulfites, S^2O^3	1,4
Fer, Fe	2,5	Bromures, Br	2,1
Zinc, Zn	2,7	Iodures, I	3,9
Cuivre, Cu	2,9		
Strontium, St	2,9		
Baryum, Ba	3,9		
Cadmium, Cd	4,3		
Argent, Ag	5,5		
Plomb, Pb	5,9		
Thallium, Tl	7,9		

Exemple. — Supposons qu'on veuille avoir la hauteur capillaire d'une solution normale d'azotate de baryte, sachant que celle du chlorhydrate d'ammoniaque est de $60^{mm},9$. De ce dernier nombre on retranchera 4,9, somme des modules des deux radicaux de l'azotate de baryte, et l'on trouvera pour la hauteur cherchée 56,0; l'expérience donne 55,9.

Je termine par quelques rapprochements entre la théorie de l'action capillaire et d'autres théories physiques qui paraissent dépendre également des actions moléculaires, ou de la *force vive* des molécules. Les modules capillaires sont tout à fait analogues aux modules calorifiques dont l'existence a été établie par MM. Favre et Silbermann, dans leur travail sur les quantités de chaleur dégagées dans les actions chimiques et moléculaires. Le récent travail de M. Fouqué sur les pouvoirs réfringents (t. IX des *Mémoires de l'Observatoire*) m'a permis de faire un autre rapprochement intéressant. D'après cet auteur, le chlorure de lithium serait le seul sel dont le pouvoir réfringent serait supérieur à celui de l'eau. J'ai reconnu qu'il fallait y joindre aussi le chlorhydrate d'ammoniaque, et il est fort remarquable que ces deux sels soient en même temps les seuls qui donnent aux solutions une hauteur capillaire supérieure à celle de l'eau.

Je me propose de poursuivre l'étude de ces analogies, en leur donnant, s'il est possible, une forme plus précise, et d'étendre les recherches capil-

laires à d'autres séries de corps appartenant, comme les sels, à des types bien définis. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur latente de la glace.* Deuxième Note de **M. E. Renou**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« La réponse de M. Jamin (séance du 2 mai) n'a, pour ainsi dire, qu'un rapport indirect avec l'objet de ma Note du 25 avril. Je n'ai nullement contesté la correction faite par M. Jamin au nombre de Lavoisier.

» Si dans la formule

$$\lambda = 75\left[1 + \frac{0,00110T}{2} + \frac{(0,00110T)^2}{3}\right],$$

on corrigeait seulement les termes en T et T^2, on trouverait en effet des corrections insignifiantes.

» Mais Lavoisier n'aurait pas trouvé le nombre 60 degrés R. ou 75 degrés C. avec un de nos thermomètres; il aurait trouvé 76 ou environ. Mettant dans la formule précédente 76 au lieu de 75, et 100 degrés pour T, parce qu'une température approximative pour T est suffisante, nous trouvons $\lambda = 80^\circ,5$; ce résultat justifie la conclusion de ma précédente Note, que, si les expériences de Lavoisier fournissent aujourd'hui un nombre exact, c'est qu'il s'est fait une compensation fortuite entre différentes causes d'erreur, provenant des instruments et du mode d'expérimentation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les pluies de poussière et les pluies de sang.* Note de **M. H. Tarry**, présentée par M. Delaunay.

« Les pluies de poussière et les pluies de sang sont un de ces phénomènes jusqu'ici inexpliqués, qui, dans l'antiquité aussi bien qu'au moyen âge, frappaient de terreur les esprits, comme tous les météores dont l'origine était également inconnue. Tite-Live en parle dans une vingtaine d'endroits de son histoire, et ne leur donne pas d'autre cause que la colère des dieux.

» Il y a peu d'années encore, on donnait à ce phénomène une origine cosmique, tandis qu'on attribuait une origine atmosphérique aux apparitions de bolides et d'étoiles filantes : l'erreur était dans les deux cas de même nature. Arago, qui a traité cette question dans son *Astronomie populaire*, déclare que « l'observation attentive des chutes de poussière fait présumer » qu'elles ne diffèrent pas essentiellement des chutes d'aérolithes ordi-

nuées. Selon lui, il n'y aurait d'autre différence entre ces deux phénomènes que « la rapidité avec laquelle ces amas de matière chaotique, dispersés dans l'univers, arrivent dans notre atmosphère (1) ». Il rappelle toutefois, comme n'étant pas insoutenables, les opinions de Blagden et de Thomson, d'après lesquelles la coloration de la neige rouge, dont la chute a été souvent observée, serait due à la matière organique de quelques cryptogames ou à l'acide urique provenant des déjections d'oiseaux.

» De même, au siècle dernier, on avait pris longtemps pour les résidus laissés par la chute des étoiles filantes, une matière blanchâtre, glaireuse et tenace, qu'on reconnut plus tard n'être que des excréments de corbeau (2).

» Les diverses opinions que nous venons de rapporter ont été, faute de mieux, adoptées jusqu'à ces derniers temps. Dans sa *Physique du globe*, publiée en 1861, M. Quetelet se range à l'opinion d'Arago. D'après le célèbre Secrétaire perpétuel de l'Académie de Bruxelles, ces poussières et matières colorantes que l'on trouve souvent dans la pluie ou la neige, seraient des poussières cosmiques que l'espace doit contenir en quantités plus ou moins grandes, et qui, se rencontrant sur le chemin de notre planète, descendent jusque sur sa surface. « Il est bien difficile, ajoute-t-il, de se prononcer » sur l'origine probable de ces différents corps et de soutenir qu'ils appar- » tiennent à notre globe (3). »

» C'est cependant cette opinion qui est la vraie, et des observations récentes, appuyées sur des faits très-concluants, me permettent de présenter à l'appréciation de l'Académie une théorie qui, non-seulement rend complétement compte de ces phénomènes, mais permet même d'en prédire le retour et de les faire rentrer dans la grande classe des *phénomènes périodiques*, qui se reproduisent toujours dans des conditions atmosphériques parfaitement déterminées.

» Les pluies de poussière et de sang, ou les chutes de neige rouge qui ont été observées dans le sud de l'Europe (et celles dont parle Tite-Live sont dans ce cas) sont toutes dues au sable du Sahara, qu'un vent impétueux amène jusque sur nos contrées.

» Pour démontrer cette assertion, je prendrai comme exemples les trois dernières chutes de poussière qui ont été bien observées, l'année dernière

(1) *Astronomie populaire*, t. IV, p. 208.

(2) *Cours de Physique*, de Van Mussenbrock, traduit par Sigaud de la Fond, § 2505, p. 391. — *De l'électricité des météores*, par l'abbé Bertholon, 1787.

(3) *Physique du globe*, fin du Chapitre IV, p. 322.

et cette année, dans le voisinage de l'équinoxe du printemps, et je ferai voir que, dans ces trois cas, le phénomène s'est présenté dans des circonstances identiques qui se reproduiront lors des chutes analogues que l'on observera à l'avenir, ce qui permettra de les signaler *à l'avance* à l'attention des météorologistes.

» Ces circonstances sont les suivantes : à certaines époques de l'année, plus particulièrement en février et mars, des cyclones ou tourbillons atmosphériques, accompagnés de violentes tempêtes sur tout leur parcours et d'une dépression barométrique énorme à leur centre, se forment tout d'un coup au nord de l'Europe et descendent assez rapidement vers l'Afrique où ils forment de véritables tempêtes de sable dans le Sahara et soulèvent, jusqu'aux régions les plus élevées de l'atmosphère, des quantités énormes de sable du désert, identique à celui dont j'envoie un échantillon à l'Académie et que j'ai pris l'an dernier dans les dunes mobiles du Souf, aux environs d'El-Oued, à la latitude de Tougourt.

» A l'inverse des cyclones formés dans le voisinage de l'équateur en Amérique et qui abordent l'Europe par le nord-ouest en se succédant généralement à plusieurs jours d'intervalle (1), ceux-ci ont un mouvement d'oscillation bien marqué, et après avoir mis cinq ou six jours à descendre du nord de l'Europe au centre de l'Afrique, trouvant près des tropiques des conditions atmosphériques toutes différentes, ils y éprouvent invariablement un *mouvement de recul* qui les fait revenir du sud au nord vers leur point de départ; ils retraversent ainsi le Sahara, y soulevant de nouvelles masses de ce sable mobile qui forme dans le désert de véritables montagnes et ramènent ce sable sur l'Europe, où l'on peut le recueillir sur tout leur parcours. Quelquefois même, la force de ce tourbillon, dont le passage est marqué par de terribles désastres tant sur terre que sur mer, n'est pas épuisée par ce double mouvement de va-et-vient, et après être revenu au nord de l'Europe il redescend une seconde fois sur l'Afrique pour revenir de nouveau en Europe portant dans ses flancs une nouvelle provision de sable du désert qui donnera de nouveau naissance à des chutes de poussière ou à des pluies des sang.

» Telle est la marche du phénomène. Il peut se faire assurément que des pluies de poussières se produisent dans d'autres conditions, mais, toutes les fois que celles-ci se produiront, il y aura en Europe des pluies de sable du Sahara. J'ai examiné attentivement toutes les feuilles du *Bulletin international*

(1) Marié-Davy, *Météorologie*, p. 474.

publiées par l'Observatoire de Paris pendant les six dernières années, et j'ai constaté que pas une fois une forte dépression barométrique annonçant la présence d'un cyclone ne s'est dirigée de l'Afrique vers l'Europe avant d'avoir été précédée, quelques jours auparavant, d'un mouvement inverse de l'Europe vers l'Afrique, de telle sorte que le mouvement *d'oscillation* peut être regardé comme un caractère distinctif et particulier de ces terribles tempêtes qui rendent la Méditerranée si dangereuse pour les marins à l'équinoxe du printemps.

» Après avoir exposé la loi de ces phénomènes, je demanderai à l'Académie la permission d'exposer ultérieurement comment les trois pluies de sable ou de sang des 10 mars 1869, 24 mars 1869 et 14 février 1870 se sont produites toutes trois dans des circonstances identiques, qui satisfont de la manière la plus complète à la théorie que je viens d'exposer. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les mouvements choréiformes du chien.* Note de MM. Legros et Onimus, présentée par M. Ch. Robin.

« Pour étudier les mouvements choréiformes et les variations qui surviennent dans leur forme et leur intensité sous certaines influences, nous avons employé la méthode graphique; le tendon d'un muscle était mis à découvert et rattaché par un fil au levier enregistreur, qui inscrivait les mouvements sur un cylindre tournant.

» Nous avons d'abord constaté que l'intensité des mouvements choréiformes croissait proportionnellement avec leur fréquence, et que chaque secousse était suivie d'un repos complet. La régularité des tracés et le rhythme des contractions nous conduisirent à rechercher si le rhythme des mouvements musculaires n'était pas en rapport avec celui du pouls et s'ils n'étaient pas sous l'influence de l'impulsion du sang, dont le choc pouvait ébranler les éléments nerveux de la moelle. Mais en prenant simultanément le tracé de la circulation et celui du tic choréique, nous avons vu que, si dans certains cas il y avait accidentellement concordance plus ou moins parfaite, il y avait le plus souvent une dissemblance bien marquée (1).

(1) En examinant séparément la forme de chaque mouvement choréique, on remarque d'abord que chacun d'eux est brusque, instantané; le retour au repos est moins rapide, quelquefois même il se fait en plusieurs temps; rarement on voit la contraction s'opérer en plusieurs secousses. Comme plusieurs expérimentateurs (Chauveau, Carville, Bert), nous avons vu la persistance des mouvements rhythmiques après la section transversale de la

» On sait que les anesthésiques font cesser les mouvements choréiques; après avoir injecté 3gr,50 de chloral hydraté dans le rectum d'un chien, nous avons obtenu une série de tracés dans lesquels on voit l'amplitude des mouvements décroître peu à peu, ceux-ci ne tardent pas à disparaître complétement avant que les mouvements volontaires soient suspendus.

» Ainsi, en supprimant le cerveau, on ne fait pas cesser les mouvements choréiques; d'un autre côté, en donnant les anesthésiques dont l'action se porte plus spécialement sur les cellules nerveuses sensitives de la moelle, on abolit les mouvements, ce qui laisse déjà supposer que ces cellules ou les nerfs qui en dépendent sont le siége de la maladie.

» Poursuivant ces recherches, nous avons ouvert le canal rachidien, et en promenant le dos d'un scalpel à la surface des cordons postérieurs, nous avons obtenu des contractions énergiques; lorsque la moelle, exposée à l'air, se refroidissait, les mouvements s'affaiblissaient; pour les rétablir, il suffisait de réchauffer artificiellement la moelle.

» Après ces constatations, nous avons sectionné les racines postérieures du côté choréique; cette expérience a été exécutée déjà par M. Bert, et nous avons obtenu le même résultat, c'est-à-dire que les mouvements rhythmiques n'ont pas disparu. Sur un autre chien, après avoir sectionné la moelle sur la ligne médiane, ce qui n'a pas modifié les mouvements, nous avons excité avec des ciseaux courbes une partie des cornes et des cordons postérieurs; les contractions rhythmiques sont devenues plus faibles, il semblait même qu'elles avaient cessé dans quelques points; ce n'est qu'en abrasant profondément la région postérieure de la moelle que nous avons suspendu tous les mouvements choréiques.

» Il est donc permis d'affirmer que le siége de l'affection choréiforme se trouve dans les cellules nerveuses de la corne postérieure ou dans les filets

---

moelle à sa partie supérieure; nous avons conservé trois et quatre heures des chiens choréiques ainsi mutilés en entretenant la respiration artificielle; quand on arrêtait la respiration, la chorée ne tardait pas à décroître, les mouvements étaient moins forts et moins fréquents, ils disparaissaient complétement au bout d'une à deux minutes et se montraient de nouveau progressivement dès qu'on insufflait de l'air. La chorée n'est donc pas sous l'influence directe du cerveau, mais certaines lésions de l'encéphale peuvent la déterminer indirectement, grâce aux connexions qui unissent les cellules nerveuses cérébrales et les cellules nerveuses médullo-spinales. Nous expliquons de la même facon les modifications du rhythme choréique produit par les émotions : en effrayant fortement un de nos animaux nous changions momentanément le type des contractions.

qui unissent celles-ci aux cellules motrices. Cette opinion est confirmée par l'expérimentation, à l'aide des courants électriques.

» Les courants d'induction dirigés sur le membre choréique amènent une contraction tétanique qui abolit complétement les mouvements rhythmiques, lorsque le courant est fort; avec un courant très-faible, on détermine un certain degré de contracture qui, sans abolir les mouvements, les modifie et les rend faibles et irréguliers.

» Les courants continus appliqués dans les mêmes régions nous ont donné, dans tous les cas, une diminution de l'intensité des contractions, quelle que fût la direction du courant.

» L'électrisation directe de la moelle épinière devait nous donner des résultats plus intéressants. Sur des chiens, dont la moelle à découvert était sectionnée transversalement à sa partie supérieure, nous avons cherché d'abord l'influence directe des courants continus fournis par huit piles de Remak.

» Les tracés obtenus prouvent que, sous l'influence d'un courant ascendant, les contractions augmentent de nombre et d'intensité, et qu'elles durent plus longtemps; à l'interruption du courant, l'amplitude des oscillations diminue et devient plus faible même qu'avant l'électrisation.

» Au contraire, le courant descendant dirigé sur la moelle amène des contractions plus faibles et qui n'augmentent qu'au moment où l'on cesse l'électrisation.

» Nous avons insisté bien des fois sur l'importance de la direction du courant, et nos observations dans ces cas de chorée confirment tout ce que nous avons dit à cet égard; c'est à tort que l'on attribue souvent au contact du pôle positif ou négatif des effets physiologiques différents, que l'on doit rapporter au sens du courant; nous en avons eu la preuve en répétant la dernière expérience d'une autre façon : sur un même chien, nous avons appliqué les pôles, non plus directement sur la moelle, mais aux extrémités du corps de l'animal, et les modifications du mouvement sont survenues comme dans le cas précédent.

» Souvent même, lorsque les mouvements s'arrêtent complétement, soit sous l'influence d'un poison, soit à la suite de l'affaiblissement progressif de l'animal, nous avons pu, à l'aide du courant ascendant, ranimer les contractions rhythmiques. Ajoutons que la section des racines postérieures ne nuit en rien au résultat de l'expérience; nous ne voulons point dire cependant que l'excitation des racines postérieures n'a aucune influence sur l'intensité de la chorée, nous allons démontrer le contraire; mais si elles

peuvent modifier ce mouvement, elles ne sont pour rien dans sa production.

» Si l'on excite mécaniquement ou avec les courants d'induction les racines postérieures de la moelle, on constate, en effet, qu'après la cessation de l'excitation, les oscillations acquièrent une énergie remarquable. Cette expérience vient ajouter une nouvelle preuve à la localisation de la chorée dans les cornes postérieures de la substance grise de la moelle (1). »

PHYSIQUE. — *Réclamation présentée par* **M. Regnault** *au nom de* M. Pfaundler, *sur la méthode employée par* M. Jamin *pour la détermination des chaleurs spécifiques.*

« Lorsque, dans une des dernières séances de l'Académie, M. Jamin fit connaître une méthode nouvelle pour déterminer les chaleurs spécifiques des corps, en notant l'élévation de température qu'un poids connu de ces corps éprouve par la chaleur que dégage un fil métallique parcouru par un courant électrique d'une intensité constante, j'ai déclaré à l'Académie que M. Pfaundler, professeur à l'Université d'Insprück, avait déjà employé cette méthode à la détermination de la chaleur spécifique des liquides.

» M. Pfaundler m'avait envoyé en effet, depuis plus d'un an, un Mémoire imprimé dans lequel il décrit cette méthode et l'applique à quelques liquides. M. Pfaundler me charge aujourd'hui de présenter ce Mémoire à l'Académie.

» Je me bornerai à dire que M. Pfaundler fait usage de la méthode différentielle : il se sert de deux calorimètres, aussi semblables que possible, que l'on remplit de poids égaux d'eau et d'un autre liquide. Ces deux calorimètres contiennent chacun une spirale métallique de résistance égale ; les deux spirales sont parcourues simultanément par le même courant électrique. Les élévations de température produites sont en raison inverse des capacités calorifiques.

» A cette occasion, M. Regnault fait remarquer que, dans ses recherches calorimétriques, il a souvent utilisé la chaleur dégagée par des combinaisons chimiques, surtout pour une méthode spéciale, qu'il a appelée *méthode par*

---

(1) L'emploi du galvanomètre nous a appris peu de chose : des aiguilles de platine placées, l'une dans la profondeur et l'autre à la surface des muscles choréiques, ont amené une déviation semblable à celle que nous obtenions sur des muscles en repos ; en enfonçant une aiguille dans un muscle choréique et une autre dans un muscle immobile, la déviation indiquait que le muscle choréique était positif par rapport à l'autre.

compensation, et qui consiste à maintenir la température du calorimètre constante, en produisant dans un réservoir placé à l'intérieur de ce calorimètre, simultanément, une action chimique qui donne dégagement ou absorption d'une quantité de chaleur connue, afin de neutraliser l'effet calorifique produit par le phénomène que l'on étudie. On en verra plusieurs exemples dans les expériences qu'il a encore à publier. »

« M. Balard communique à l'Académie l'extrait d'une Lettre qu'il a reçue de *M. Castelhaz*, fabricant de produits chimiques, et qui est relative à l'emploi du bromure de sodium comme médicament, en remplacement du bromure de potassium. M. Castelhaz signale l'heureux emploi que fait déjà du bromure de sodium M. le Dr Morin, qui en a constaté « l'administration » plus commode, plus facile, soit sous forme de médicament, soit en l'in» troduisant dans l'alimentation journalière des malades. Son action lui » paraît plus efficace, l'absorption plus prompte, l'élimination plus régu» lière. » M. Castelhaz indique le procédé qu'il suit pour obtenir en grand ce composé. Celui qui lui réussit le mieux consiste à transformer le brome en bromure d'ammonium, séparé par cristallisation de l'iodure d'ammonium plus soluble, qui reste dans les eaux mères, et à décomposer ensuite ce bromure par une quantité équivalente de carbonate de soude ou de soude caustique privés de sulfate et de chlorure. Le résidu de la réaction traité par l'eau forme une solution qui, évaporée à chaud, dépose en petits cristaux cubiques, et sous la forme de sel dit *finfin*, du bromure de sodium anhydre.

» Ce procédé, qui donne directement du bromure exempt de bromate, comme ceux où l'on décompose par un carbonate alcalin en solution les bromures de zinc ou de fer obtenus directement, a l'avantage de ne pas perdre du bromure dans les précipités, ainsi que cela a lieu souvent à la suite de lavages incomplets quand on opère en grand. Le produit est pur du premier coup, et n'exige pas ces cristallisations successives, que rend nécessaires sa préparation par le fer, métal dont des traces restent souvent dans la solution et rougissent les cristaux.

» La préparation du bromure d'ammonium, au moyen du brome qu'on fait tomber goutte à goutte dans de l'ammoniaque pure étendue, donne lieu à une réaction vive et avec dégagement de chaleur, qui, jointe à la production d'azote, entraînerait soit de l'ammoniaque, soit du bromure d'ammonium et du brome, qui seraient perdus ainsi. Mais si l'on opère dans un appareil de Woulf en grès, de manière à produire la condensation complète de ces vapeurs dans les vases qui contiennent encore beaucoup d'ammo-

niaque libre, la perte de brome est évitée. L'évaporation de ces liqueurs est opérée dans une cornue de fonte; on conduit, dans un récipient en grès, les vapeurs d'eau, d'ammoniaque en excès et de bromure d'ammonium qui peuvent se dégager. Quant à la décomposition de ce bromure par le carbonate de soude, elle s'exécute avec avantage dans une cornue aussi de fonte, munie d'un col de cygne assez large, et communiquant avec deux grands ballons en grès, suivis de touries plus petites contenant l'eau nécessaire pour condenser les dernières traces d'ammoniaque ou de carbonate. »

M. Delaunay présente à l'Académie la collection des numéros du « Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, pour le mois d'avril 1870 ».

La séance est levée à 4 heures. É. D. B.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1870. (Fin.)

Journal des Fabricants de Sucre; Xe année, nos 52 et 53; et XIe année, nos 1 et 2, 1870; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 8 et 9, 1870; in-8o.

L'Abeille médicale; nos 15 à 18, 1870; in-4o.

L'Art médical; avril 1870; in-8o.

La Santé publique; nos 65 à 67, 1870; in-4o.

Le Gaz; no 3, 1870; in-4o.

Le Moniteur de la Photographie; nos 2 et 3, 1870; in-4o.

Le Mouvement médical; nos 15 à 18, 1870; in-4o.

Les Mondes; nos des 7, 14, 21, 28 avril 1870; in-8o.

L'Imprimerie; no 75, 1870; in-4o.

Magasin pittoresque; avril 1870; in-4o.

Marseille médical, no 4, 1870; in-8o.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* janvier 1870; in-8o.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; nos 5 et 6, 1870; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; avril 1870; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; du 6 au 30 avril 1870; in-4°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; n° 10, 1870; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; avril 1870; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 19 à 22, 1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 4, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 8 et 9, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 21, 22, 23 et 25, 1870; in-8°.

Revue maritime et coloniale; mai 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; avril 1870; in-8°.

The Academy; n° 7, 1870; in-4°.

The food Journal; mai 1870; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 mai 1870.)

Page 975, ligne 17, *au lieu de* cependant dans le chlorure, *lisez* cependant dans le bromure.

Page 975, ligne 2 en remontant, *au lieu de* 570,7, *lisez* 560,7.

Page 976, ligne 14 en remontant, *au lieu de* 692,2, *lisez* 693,2.

Page 981, lignes 16, 18 et 35, *au lieu de* égale, *lisez* symétrique.

» lignes 18 et 35, *au lieu de* tangente commune, *lisez* plan rectifiant commun.

Page 982, formule (5), *au lieu de* $\left(\frac{1}{r'} + \frac{\cos(\mathfrak{R}, r')}{\mathrm{L}}\right)$, ***lisez*** $\left(\frac{1}{r'} + \frac{\cos(\mathfrak{R}, r')}{\mathrm{L}}\right)^2$.

Page 996, ligne 1, *au lieu de* d'azotate de bioxyde de mercure, et c'est..., *lisez* d'azotate de bioxyde de mercure. Le même phénomène se produit avec le sulfate de bioxyde de mercure, et c'est....

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le crésol solide; par* **M. Ad. Wurtz.**

« J'ai fait connaître, il y a quelque temps, en même temps que MM. Kekulé et Dusart, un procédé propre à convertir les carbures d'hydrogène aromatique en phénols. Ce procédé consiste à traiter les carbures par l'acide sulfurique, et à décomposer par un excès de potasse les acides sulfoconjugués ainsi produits. M. Barth ayant essayé récemment (1) de convertir le toluène en crésol, à l'aide de ce procédé, n'a obtenu qu'un faible rendement, et a observé la formation des acides salicylique et paroxybenzoïque par l'action de la potasse sur le crésylsulfite. Ayant répété, dans le cours de l'hiver dernier, mes premières expériences à ce sujet, j'ai constaté les faits suivants.

» 300 grammes de toluène ont été convertis en acide crésylsulfureux. Le crésylsulfite de potasse a été fondu dans une bassine d'argent avec un mélange de potasse et de soude. Le produit fondu, décomposé par l'acide chlorhydrique, a fourni 200 grammes d'un crésol brut bouillant au-dessus de 190 degrés, et dont la plus grande partie a passé de 198 à 204 degrés.

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. II, p. 525 (1869).

Cette dernière portion ayant été exposée à une basse température a laissé déposer une masse solide. Celle-ci a été fortement comprimée entre des doubles de papier. La masse solide et cristalline ainsi obtenue a été arrosée d'une petite quantité d'éther, et comprimée de nouveau. Il est resté un produit cristallin, d'un blanc éclatant, doué d'une forte odeur de phénol: c'est le crésol solide (1). Ce corps fond à 34°,5, et présente au plus haut degré le phénomène de la surfusion. Il suffit de toucher le crésol surfondu avec une parcelle de crésol solide, pour que le tout se prenne immédiatement, avec dégagement de chaleur, en une masse cristalline rayonnée. Le crésol dont il s'agit bout de 201°,5 à 202 degrés, sous la pression de 758 millimètres.

» Ces expériences s'accordent avec celles qu'ont publiées récemment MM. Engelhardt et Latschinow (2), qui ont obtenu deux crésols isomériques, l'un liquide, l'autre solide, en décomposant par la potasse deux acides crésylsulfureux isomériques. J'ai pu confirmer l'observation de M. Barth, concernant la formation d'une petite quantité d'acide salicylique et paroxybenzoïque dans cette réaction. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les ouvrages présentés à l'Académie, le volume intitulé : *First report of the commissioners appointed in* 1868 *to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers.*

Ce document important renferme, entre autres pièces, deux chapitres consacrés : l'un, à donner la mesure de la purification spontanée, par l'air, des eaux de fleuve ou de rivière souillées par les égouts d'une ville; l'autre, à résumer, au point de vue de l'hygiène, le résultat des observations faites dans le voisinage des terrains irrigués par les eaux d'égouts.

Les expériences et les observations sur ces deux points ayant été effectuées sous la direction de *M. Frankland*, se recommandent de toute l'autorité scientifique et pratique de l'éminent Correspondant de l'Académie à l'attention des municipalités.

Nous en extrayons quelques passages :

« On a souvent dit, mais, autant que nous pouvons en juger, sans au-

(1) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
C	77,36	77,77
H	7,53	7,40

(2) *Zeitschrift für Chemie*, nouvelle série, t. V, p. 615 (1869).

cune preuve, que les matières organiques contenues dans le *sewage* (1) et dans d'autres liquides souillés s'oxydent rapidement pendant la marche de la rivière dans laquelle de semblables matières sont déversées. On a affirmé (*Rapports de la Commission royale des distributions d'eau*, p. LXXIX) que, si du *sewage* est mêlé à vingt fois son volume d'eau de rivière, les matières organiques qu'il contient s'oxydent et disparaissent complétement pendant que la rivière coule en parcourant une douzaine de milles environ. Nous avons pensé qu'il serait très-fâcheux qu'un sujet d'une importance capitale restât plus longtemps sans être approfondi, et nous avons résolu de le soumettre à une investigation expérimentale soignée. Une occasion très-favorable pour la solution de cet important problème se présenta pendant notre visite d'hiver aux bassins du Mersey et du Ribble.

» La rivière Mersey, après avoir reçu les produits de plusieurs villes et manufactures au-dessus du pont de Stretford-Road, parcourt 13 milles depuis ce pont jusqu'à sa jonction avec l'Irwell, sans rencontrer aucune nouvelle source d'impureté, quoique son volume soit un peu augmenté par quelques affluents d'eau pure. La rivière Irwell, après avoir dépassé Manchester, tombe sur un barrage à Throstlenest, et coule pendant 11 milles avant de se réunir au Mersey, sans recevoir de nouvelle infection matérielle et en s'adjoignant seulement quelques affluents sans importance, mais non souillés. Enfin la rivière Darwen, qui est très-altérée par le *sewage* de Over-Darwen, de Lower-Darwen et de Blackburn, se joint au Blakewater juste au-dessous de cette dernière ville, et parcourt alors 13 milles pour se rapprocher de sa jonction avec le Ribble à Walton-le-Dale sans recevoir de nouvelle souillure, quoique son volume soit plus que doublé dans cette partie de son cours par l'accession de la rivière Roddlesworth, du ruisseau de Alum-House et de plusieurs petits affluents qui sont tous très-purs.

» Nous prîmes des échantillons de l'eau à l'origine et au bout du parcours de ces rivières aux endroits indiqués, c'est-à-dire : 1° la Mersey au pont de Stratford-Road, et juste avant son point de jonction avec l'Irwell; 2° l'Irwell au moment de sa chute au barrage de Throstlenest, et juste avant sa jonction avec le Mersey; des échantillons semblables de cette rivière furent également pris pendant les mois de mai et de juin suivants; 3° le Darwen, un tiers de mille au-dessous de sa jonction avec le Blakewater, et à 50 milles au-dessus du pont de Walton-le-Dale. Le résultat des analyses de ces échantillons est contenu dans le tableau suivant :

(1) On désigne en Angleterre, sous le nom de *sewage*, l'eau d'égout chargée de toutes les déjections d'une ville, reçue et rejetée par le cloaque final.

Effets du courant sur les rivières souillées; résultats des analyses exprimés en parties pour 100 000.

EAUX ANALYSÉES.	TOTAL des matières solides en solution.	CARBONE organique.	AZOTE organique.	AMMONIAQUE.	AZOTE à l'état de nitrates et de nitrites.	TOTAL des azotes combinés.	CHLORE.	MATIÈRES en suspension. Minérales.	Organiques.	Totales.	TEMPÉRATURE de l'eau.
(1) Irwell au barrage de Throstlenest, 12 mars 1869	44,6	2,104	0,248	0,230	"	0,437	7,4	1,84	0,96	2,80	6°,2C.
Irwell à sa jonction avec le Mersey, 12 mars 1869	43,1	2,009	0,304	0,338	"	0,582	6,8	0,96	0,48	1,44	6,8C.
Irwell au barrage de Throstlenest, 13 mai 1869	39,1	2,156	0,238	0,140	"	0,353	4,9	1,18	1,86	3,04	12,2C.
Irwell à sa jonction avec le Mersey, 13 mai 1869	43,0	2,374	0,210	0,250	"	0,416	6,4	1,88	2,40	4,28	13,3C.
Irwell au barrage de Throstlenest, 11 juin 1869, 8h30m	63,5	2,134	0,239	0,375	"	0,548	13,0	2,66	2,72	5,38	17,8C.
Irwell à sa jonction avec le Mersey, 11 juin 1869, 6h10m	61,5	1,502	0,241	0,413	"	0,581	12,9	2,28	1,88	4,16	17,8C.
Mersey au pont de Stratfordroad, 12 mars 1869	19,8	0,720	0,095	0,066	0,022	0,171	2,3	0,94	0,30	1,24	4,3C.
Mersey à sa jonction avec l'Irwell, 12 mars 1869	22,8	0,570	0,078	0,043	0,019	0,132	2,5	0,84	0,26	1,10	4,8C.
Darwen après sa jonction avec Blakerwater, 10 mars 1869	41,5	2,127	0,295	0,219	"	0,475	3,6	1,78	1,78	3,56	10,7C.
Darwen à Walton-le-Dale, 10 mars 1869	33,0	1,289	0,141	0,137	0,045	0,299	2,9	0,62	0,18	0,80	6,8C.

(1) Entre les deux points sur lesquels les échantillons ont été pris, l'eau de l'Irwell est abondamment aérée par sa chute sur six barrages qui forment une hauteur totale de 34 ½ pieds. Après chaque chute, la rivière est couverte d'écume pendant une longueur de plusieurs centaines de yards.

» Ces chiffres ne doivent pas être interprétés d'une manière trop stricte, car il est évident qu'il doit y avoir une grande variation dans la proportion des différentes parties qui constituent l'eau de rivière, puisée au même endroit, mais fortement chargée de produits corrompus comme la plupart de celles sur lesquelles portent nos expériences. Il est impossible de suivre pendant plusieurs milles la même masse d'eau suivant le cours d'une rivière, parce que les différentes parties d'un cours d'eau se meuvent avec des rapidités diverses dans la même section transversale. Une certaine masse d'eau incluse entre deux sections transversales d'une rivière ne peut donc pas conserver son identité pendant un long parcours. On ne peut affirmer que les échantillons d'eau puisée dans l'Irwell, à sa jonction avec le Mersey, ou au moment de sa chute sur le barrage de Trostlenest, soient absolument comparables. L'intervention de quelques affluents d'eau pure dans ces rivières entre les points où les échantillons ont été puisés, est une autre cause d'erreur. Cette quantité est presque insignifiante dans l'Irwell, elle est considérable dans le Mersey, et oblige à une rectification à l'égard du Darwen dont le volume est plus que doublé par l'addition de l'eau pure de ses affluents entre les deux points où les échantillons ont été puisés.

» Malgré ces complications, les analyses dont les résultats sont donnés plus haut expriment l'effet produit, par un parcours de 11 à 13 milles, pour l'amélioration d'une rivière souillée. Elles montrent d'abord que, quand la température n'excède pas 17°,8 C. (64 Fahr.), ce parcours ne produit que peu d'effet sur les matières organiques dissoutes dans l'eau. En ne faisant aucune correction pour les affluents d'eau pure qui se joignent à l'Irwell et au Mersey, et en considérant le volume du Darwen entre les points où les échantillons ont été puisés, comme étant doublé par l'arrivée d'une eau contenant la proportion de carbone organique et d'azote qui se trouve dans le Ribble avant sa jonction avec les eaux du Darwen, nous constatons les diminutions suivantes sur les quantités primitives de ces matières dans les cinq expériences sus-énoncées :

	Éléments de la matière organique disparus dans 100000 parties d'eau.	
	Carbone.	Azote.
Irwell, après un parcours de 11 milles à la température de 6°,2 à 6°,8 C.	0,095	»
Irwel, après un parcours de 11 milles à la température de 12°,2 à 12°,3 C.	»	0,028
Irwell, après un parcours de 11 milles à la température de 17°,8 C.	0,632	»
Mersey, après un parcours de 13 milles à la température de 4°,3 à 4°,8 C.	0,150	0,017
Darwen, après un parcours de 13 milles à la température de 6°,8 a 10°,7 C.	»	0,039

» Pour se mettre à l'abri des éléments d'incertitude introduits dans ces expériences par la variation de la composition des eaux de rivière à différentes heures du jour, on a procédé par une épreuve directe. On a mêlé un volume de *sewage* de Londres avec neuf volumes d'eau. L'analyse a fait connaître que ce mélange contenait, dans 100000 parties, 0,267 parties de carbone organique et 0,081 parties d'azote organique. On l'a ensuite agité tous les jours, et exposé à l'air libre et à la lumière, en le faisant passer par un siphon d'un vase dans un autre, de manière à le faire tomber, chaque fois en un mince filet d'eau, à travers 3 pieds d'air. Après quatre-vingt-seize heures, cette eau contenait encore, sur 100000 parties, 0,250 parties de carbone organique et 0,058 parties d'azote organique, et même, après cent quatre-vingt-douze heures, c'est-à-dire huit jours entiers, la matière organique non décomposée contenait encore 0,200 parties de carbone organique et 0,054 parties d'azote organique. La température de l'air pendant cette expérience était à environ 20 degrés C. Ces résultats indiquent approximativement l'effet qui serait produit sur une rivière contenant 10 pour 100 de *sewage*, parcourant 96 et 192 milles avec la rapidité de 1 mille par heure. Cet effet serait exprimé ainsi :

	Sur 100000 parties d'eau.	
	Carbone organique.	Azote organique.
Destruction des matières organiques :		
Pendant un parcours de 96 milles avec la rapidité de 1 mille (1609 mètres) par heure............	0,017	0,023
Pendant un parcours de 192 milles avec la rapidité de 1 mille (1609 mètres) par heure (1)............	0,067	0,027

» L'examen des gaz dissous dans l'eau contenant des matières organiques en solution vient confirmer les résultats des expériences précédentes. L'oxydation des matières organiques s'effectue principalement, sinon exclusivement, par l'oxygène atmosphérique dissous dans l'eau. Cet oxygène est bien connu comme étant chimiquement beaucoup plus actif que l'oxygène gazeux de l'air. En conséquence, si de l'eau salie par des matières organiques est mise à l'abri de l'air dans un flacon soigneusement bouché, la diminution graduelle de la quantité de l'oxygène en dissolution indiquera exactement le progrès de l'oxydation des matières organiques.

» Nous avons fait cette expérience en mêlant de l'eau de la *Grand junction Company* de la Tamise avec 5 pour 100 de *sewage* frais de Londres. Le car-

(1) Un parcours de 300 kilomètres ne suffit donc pas pour produire la purification d'une eau souillée.

bone organique, l'azote organique et l'oxygène dissous furent immédiatement déterminés dans une portion du mélange, et le reste fut enfermé dans une série de bouteilles bien bouchées, qui furent exposées à la lumière diffuse du jour et maintenues à une température d'environ 17 degrés C. Toutes les vingt-quatre heures, on ouvrit l'une de ces bouteilles, et l'on détermina le poids de l'oxygène dissous contenu dans l'eau.

Rapidité de l'oxydation du sewage *dans l'eau.*

Poids de l'oxygène dissous dans 100000 parties d'eau						
immédiatement après le mélange.	24 heures après.	48 heures après.	96 heures après.	120 heures après.	144 heures après.	168 heures après.
0,946	0,803	0,616	0,315	0,201	0,080	0,036

» Immédiatement après le mélange, l'eau souillée par le *sewage* contenait 2,099 parties de carbone organique et 0,207 parties d'azote organique sur 100000 parties.

» Ces nombres prouvent que, même par une température élevée, l'oxydation de la matière organique animale du *sewage* a lieu très-lentement. En admettant que, pour la destruction de la matière organique, le carbone seul ait besoin d'être oxydé (3 de carbone exigeant 8 d'oxygène), le *sewage* détruit dans chacune des périodes précédentes serait, pour 100, ainsi qu'il suit :

	Quantité de *sewage* détruit pour 100.
1re période de 24 heures	6,8
2e » de 24 heures	8,9
3e » de 48 heures	14,3
4e » de 24 heures	5,4
5e » de 24 heures	5,8
6e » de 24 heures	2,1
	42,3

» Jusqu'au sixième jour (5e période), l'oxydation s'est produite avec une rapidité assez régulière, quoiqu'un peu ralentie; la quantité d'oxygène en solution s'était réduite considérablement, ce qui diminuait la rapidité de l'oxydation pendant les vingt-quatre dernières heures de l'expérience. Si l'eau souillée avait été constamment exposée à l'air, une partie de l'oxygène aurait été remplacée, mais, en supposant même que l'oxydation eût continué pendant cent soixante-huit heures avec la rapidité maximum, il y aurait eu seulement 62,3 pour 100 de *sewage* brûlé.

» Il est donc évident que l'oxydation du *sewage* mêlé avec vingt fois son volume d'eau serait loin de pouvoir s'accomplir pendant le parcours de

10 à 12 milles et que les [illegible] se trouveraient à peine détruits après un parcours de 168 milles, à la vitesse de 1 mille à l'heure. Ce résultat lui-même n'a été obtenu que par une série de suppositions toutes grandement favorables à l'efficacité de la marche de l'oxydation. Ainsi, on suppose que les 62,5 parties pour 100 de *sewage* sont complétement oxydées et converties en matière inorganique inoffensive; mais les expériences ont montré qu'en fait, aucune partie du *sewage* n'était transformée de cette manière ni détruite dans l'espace d'une semaine, la quantité d'acide carbonique dissous dans l'eau demeurant constante pendant toute la durée de l'expérience. Si le *sewage* avait été converti en composé inorganique, l'acide carbonique aurait augmenté.

» Ainsi, soit que nous examinions la dose de souillure organique d'une rivière à différents endroits de son cours, ou la rapidité avec laquelle disparaît la matière organique du *sewage*, quand celui-ci est mêlé avec de l'eau pure et violemment agité au contact de l'air, ou enfin la rapidité avec laquelle l'oxygène dissous disparaît dans l'eau souillée par 5 pour 100 de *sewage*, nous sommes conduits, dans tous les cas, à cette conclusion inévitable : « que l'oxydation de la matière organique marche très-lentement, » même quand le *sewage* est mêlé avec une grande proportion d'eau pure, » et qu'il est impossible de déterminer la distance que cette eau peut parcourir avant que la matière organique soit complétement oxydée. »

» On peut affirmer avec certitude qu'il n'y a pas, dans tout le Royaume-Uni, de rivière assez longue pour effectuer la destruction du *sewage* par l'oxydation spontanée.

» Les sens eux-mêmes se rendent compte de l'insuffisance d'un parcours de 10 à 12 milles pour purifier une eau souillée. Nous en avons fait l'expérience dans le cas du Mersey et du Ribble. Et le même état de choses se produisait sur la rivière Bollin, souillée par les égouts de Macclesfield. M. James Wright, propriétaire, résidant à 10 kilomètres au-dessous de Macclesfield, dit que cette rivière, qui traverse ses terres, est noire comme l'encre et très-désagréable, surtout par les temps de sécheresse. MM. Robert Greg et Cie, de Handforth, portent les mêmes plaintes sur la même rivière, quoiqu'ils se trouvent à 16 kilomètres au-dessous de Macclesfield.

» Cependant, quoique la marche d'une rivière ait peu d'effet sur la purification des eaux, par oxydation, elle exerce une influence matérielle par le dépôt d'une grande proportion d'impuretés organiques ou minérales en suspension, qui gagnent le fond, surtout si le courant est ralenti dans quelques endroits. C'est sans doute ce mode de clarification par dépôt

qui a donné lieu à la croyance générale de la purification rapide et spontanée de l'eau courante. Nos expériences sur le Mersey, l'Irwell et le Darwen montrent la grande amélioration qui se produit ainsi pendant le cours de ces rivières entre les points déjà indiqués.

Purification de l'Irwell, le Mersey et le Darwen par dépôt.

Désignation.	Composition sur 100 000 parties d'eau. Matière minérale.	Matière organique.	Total.	Composition des matières en suspension pour 100. Minéral.	Organique.	Total.
1. Irwell, après un cours de 11 milles, 12 mars 1869.	0,88	0,48	1,36	47,8	50,0	48,6
2. » » 11 » 11 juin 1869.	0,38	0,84	1,22	14,3	50,9	22,7
3. Mersey, » 18 » 12 mars 1869.	0,10	0,04	0,14	10,6	13,3	12,0
4. Darwen (1) » 13 » 10 mars 1869.	0,54	1,42	1,96	30,3	79,8	55,1

» L'Irwell dépose une grande partie de sa matière en suspension au-dessus du barrage de Trostlenest, et en perd un tiers ou un quart pendant son parcours de là au Mersey.

» Nous avons soumis à l'analyse plusieurs échantillons du limon déposé et nous avons trouvé qu'il renferme une grande proportion de matière organique putrescible.

Composition de la boue de rivière.

Ingrédiens.	Boue de l'Irk.	Boue de l'Irwell dans Peel Park.	Boue du Medlock à Dawson Street.
Matière organique.....	6,63	8,25	5,30
» minérale......	25,98	19,40	19,96
Eau................	67,39	72,35	74,74
	100,00	100,00	100,00

» La matière organique de l'Irwell contenait, sur 100 parties, 2,79 de carbone et 0,29 d'azote.

» Elle répandait une odeur répugnante. »

Une autre partie du travail de la Commission est consacrée, comme on l'a dit plus haut, à l'examen de la question hygiénique soulevée par l'emploi des eaux d'égouts dans l'irrigation des prairies.

Après une étude attentive des localités déjà nombreuses où cet emploi est effectué et enquête faite tant auprès des habitants qu'auprès des médecins ou administrateurs habitant sur les lieux, la Commission conclut à l'innocuité complète des irrigations d'eau d'égouts versées sur des prairies, même pour les habitants les plus rapprochés.

(1) Corrigé comme auparavant, par rapport aux affluents d'eau pure.

L'incommodité passagère résultant de l'odeur du liquide ne se manifeste pas quand l'irrigation est bien conduite, et que le liquide, avant d'être mis en rapport avec le sol de la prairie, ne circule pas en canaux ouverts et à l'air libre.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Rectification d'une erreur numérique de la Communication précédente.* Lettre du P. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 7 mai 1870.

» Je me hâte de rectifier une inexactitude qui s'est glissée dans ma dernière Communication (*Comptes rendus*, p. 905, ligne 10 en montant).

» Il est dit qu'une seconde d'arc, sur le Soleil, sous-tend une longueur de 716 kilomètres; cela est vrai de la seconde géocentrique, ou vue de la Terre, mais, dans le cas de la Communication, on doit prendre la seconde héliocentrique, qui est de $3^{km},4$; d'où résulte que l'arc parcouru en une seconde de temps correspond à l'étendue de $1^{km},92$ ou presque 2 kilomètres. Cette diminution de la grandeur du mouvement ne détruit pas l'explication du phénomène dont il est question; au contraire, elle explique la petitesse du déplacement, car c'était pour moi une objection que de voir un déplacement si petit dans les raies, tandis que, avec le fort instrument que j'emploie, il devait être beaucoup plus sensible.

» Je vous prie d'insérer le plus tôt possible cette rectification dans les *Comptes rendus*, même si quelque autre avait déjà relevé cette équivoque. »

M. FIZEAU, à la suite de la Communication qui précède, présente les remarques suivantes concernant *le déplacement des raies spectrales par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur* :

« Après la Lettre dont il vient d'être donné lecture à l'Académie, je n'ai pas à insister sur les remarques que j'avais faites dans la dernière séance; mais la question soulevée par la dernière Communication du P. Secchi est trop importante, je crois, pour ne pas mériter de fixer, pendant quelques instants, l'attention de l'Académie.

» En effet, lorsqu'on cherche à constater par l'observation le déplacement des raies spectrales par le mouvement du corps lumineux, il ne s'agit pas seulement de donner la sanction de l'expérience à une conséquence intéressante déduite depuis longtemps par les physiciens, de la théorie des ondulations, mais il s'agit, en réalité, ce qui est plus important encore, de donner, s'il est possible, des bases tout à fait certaines et incontestables à

une méthode nouvelle d'observation qui permettrait, dans certains cas, aux astronomes de déterminer les vitesses de translation dans l'espace des étoiles les plus éloignées de nous, en mesurant seulement de petits déplacements ou aberrations des raies spectrales de leur lumière.

» Je vais essayer d'indiquer en quelques mots le principe qui a servi de point de départ à ces considérations. Que l'on suppose, par exemple, un corps lumineux animé d'un mouvement de translation assez rapide, pour être comparable à la vitesse de propagation de la lumière; si ce mouvement est dirigé du corps lumineux vers l'observateur, on voit de suite que, dans cette direction, les ondes lumineuses seront plus rapprochées les unes des autres, et que chaque rayon simple aura une longueur d'ondulation plus courte que si le corps était en repos. Ce changement dans la longueur d'onde aura pour conséquence une déviation plus grande produite par la réfraction à travers un prisme; ce qui revient à dire que chaque rayon simple correspondant à une raie brillante ou à une raie obscure éprouvera un déplacement ou une aberration sensible, dans le spectre, relativement à la position que l'on eût observée si le corps fût resté immobile. Le mouvement étant supposé dirigé vers l'observateur, le déplacement dont il s'agit doit avoir lieu vers le violet : il aurait lieu vers le rouge si le corps lumineux, se mouvant dans un sens opposé, s'éloignait de l'observateur. Ajoutons encore que des déplacements analogues seraient la conséquence de l'hypothèse inverse, dans laquelle, le corps lumineux étant en repos, le prisme réfringent et l'observateur seraient simultanément en mouvement.

» Cependant on doit remarquer que, bien que notre esprit n'aperçoive aucune limite aux vitesses dont les corps en mouvement sont susceptibles d'être animés, il ne paraît pas que l'on ait constaté jusqu'ici, même pour les astres dont les mouvements sont les plus rapides, l'existence de vitesses dépassant certaines limites où elles sont encore très-petites par rapport à la vitesse de la lumière. On ne doit donc regarder comme probables que des déplacements peu considérables dans les raies spectrales, même en faisant intervenir les vitesses cosmiques les plus grandes qui aient été reconnues jusqu'ici, vitesses qui dépassent à peine $\frac{1}{1000}$ de la vitesse de la lumière (comète de 1680).

» Il est facile de conclure de là qu'il n'y a pas lieu de considérer, comme quelques physiciens l'ont proposé, des changements de couleur sensibles qui se produiraient dans ces circonstances par des modifications extrêmement grandes des longueurs d'onde, et, même s'il en était ainsi, les rayons invisibles situés en dehors du spectre, subissant les mêmes variations, devraient

évidemment annuler cet effet en remplaçant dans le spectre modifié les rayons dont le déplacement aurait pu donner lieu au changement supposé de la couleur.

» Ce genre de considérations m'avait conduit, en 1848, à essayer d'établir une relation bien définie entre la situation des raies spectrales et les mouvements dont peuvent être animés la source lumineuse ou l'observateur (1), et j'étais parvenu, en soumettant ces phénomènes au calcul, à plusieurs résultats numériques que je demande la permission de rappeler ici.

» Pour la planète Vénus, l'observateur étant supposé immobile et l'astre se dirigeant vers lui avec sa vitesse moyenne de translation dans son orbite, le calcul effectué pour la raie D, dans le cas d'un prisme de flint de 60 degrés, a donné un déplacement ou aberration, du côté du violet, de 2",65.

» Pour une vitesse égale à celle de la Terre, l'observateur étant seul supposé en mouvement, et considérant le spectre formé par une étoile vers laquelle il se dirige, le calcul a donné, pour la même raie D, un déplacement ou aberration, du côté du violet, de 2",25.

» En rapportant ces résultats, je fis, de plus, remarquer que le déplacement des raies par le mouvement du corps lumineux ne dépend que de sa vitesse et nullement de sa distance, et que, par conséquent, les observations de cette nature pourraient conduire à des données sur les vitesses propres des astres les plus éloignés.

» En effet, si, à la distance où la planète Vénus est située au moment de l'observation, il existe réellement dans le spectre un déplacement de la raie D de 2",65, le même déplacement continuerait à se manifester encore, si l'astre pouvait s'éloigner de nous par degrés, sans cesser d'être visible, jusqu'aux régions occupées par les étoiles dont la parallaxe est tout à fait insensible. Si donc une étoile donnait un spectre dans lequel la raie D serait déplacée de 2",65 du côté du violet, on en pourrait conclure que l'astre se meut vers nous avec la vitesse bien connue de la planète Vénus.

» Est-il nécessaire d'insister sur l'importance de ces conséquences qui découlent si naturellement de la théorie des ondulations, en nous faisant entrevoir un champ nouveau et très-étendu qui pourrait s'ouvrir aux recherches des astronomes. Cependant il faut remarquer que ces considéra-

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, décembre 1848, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX.

tions sont jusqu'ici purement théoriques et que, par plusieurs raisons que je ne puis développer ici, elles réclament manifestement le contrôle de l'observation, contrôle qu'elles attendent encore.

» Les physiciens avaient bien il y a vingt ans les découvertes déjà si étendues de Fraunhofer sur les raies du spectre solaire, ainsi que sur les raies des spectres des planètes et de plusieurs étoiles, mais les moyens d'observation et les appareils de mesure étaient alors bien loin de présenter les ressources qu'ils nous offrent aujourd'hui. On sait en effet que, depuis les mémorables travaux de MM. Kirchhoff et Bunsen sur l'analyse spectrale, on s'est efforcé de toutes parts de perfectionner les appareils propres à ce genre d'observation, et que l'on possède aujourd'hui plusieurs instruments remarquables par la facilité de leur usage, par leur puissance et par la précision de leurs indications. Il est donc permis d'espérer que le moment est venu où il sera possible de décider, par le contrôle d'observations rigoureuses, si la théorie des ondulations a conduit cette fois encore à des conclusions exactes, et si les astronomes pourront désormais s'appuyer dans leurs recherches sur le phénomène physique rigoureusement démontré du déplacement des raies spectrales par le mouvement.

» La dernière Communication du P. Secchi renferme, à cet égard, une observation très-importante qui consiste essentiellement dans le fait suivant :

» Une des raies solaires C ayant été observée, d'abord vers l'extrémité de l'équateur solaire qui, par l'effet de la rotation de l'astre, se meut du Soleil vers l'observateur, et ensuite vers l'autre extrémité de l'équateur solaire celle qui se meut de l'observateur vers le Soleil, les situations de cette raie ont été trouvées différentes entre elles et différentes de la situation normale de cette même raie.

» Dans le premier cas (mouvement dirigé vers l'observateur), la raie a été trouvée déplacée vers le violet d'une petite quantité évaluée à au moins $\frac{1}{10}$ de la distance entre les raies D' et D''; dans le second cas (mouvement dirigé en sens opposé), la même raie a été trouvée déplacée vers le rouge.

» Cette observation remarquable paraît s'accorder quant au sens et à l'apparence du phénomène avec l'existence du déplacement cherché; mais elle présente cependant, quant à la valeur numérique assignée au phénomène, un écart considérable avec la valeur théorique, comme on va le voir.

» Ayant en effet calculé, de la même manière que pour la planète Vénus, le déplacement de la raie D dû au mouvement de rotation du Soleil, j'avais trouvé le déplacement presque insensible 0'',15.

» Or l'intervalle des deux raies D' et D" étant, à très-peu près, de 20 secondes avec le prisme de flint, le déplacement estimé en fraction de cet intervalle devient $\frac{0,15}{20} = 0,0075$.

» Le déplacement calculé est donc moindre que $\frac{1}{100}$ de l'intervalle des deux raies D' et D". Il s'agit, il est vrai, de la raie D, et l'observation a porté sur la raie C; mais il est aisé de s'assurer que les effets produits par ces deux raies voisines diffèrent trop peu pour que le raisonnement en soit changé. Or, dans l'observation dont il s'agit, le déplacement a été estimé à au moins $\frac{1}{10}$ de la distance entre D' et D"; la valeur observée est donc au moins 10 fois trop forte pour s'accorder avec la valeur calculée.

» En résumé, la nouvelle observation, due à notre savant Correspondant, me paraît pouvoir être rapportée, avec une grande probabilité, au phénomène du déplacement des raies par le mouvement; mais il me semble aussi que rien ne peut être affirmé à cet égard avant que de nouvelles observations précises et des mesures certaines soient venues compléter ces premiers résultats, et permettre d'en tirer des conclusions définitives. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation faite en Espagne, par les blanchisseuses du littoral sud.* Note de M. GUYON.

« L'observation faite en Espagne, par les vieilles blanchisseuses du sud, consiste en ce que, sous le règne du vent de sud (*bochoro*), le linge ne deviendrait jamais bien blanc; que toujours, au contraire, il prendrait alors une *couleur jaunâtre*. C'est ce qu'on trouve consigné dans une thèse soutenue à Montpellier, en 1828, par le Dr Paradis (1). Sans doute, l'observation dont nous parlons a donné lieu à quelque interprétation, en Espagne ou ailleurs, ce que j'ignore absolument. Toujours est-il que, si le fait existe, il ne peut être rapporté qu'au sable qui, sous le souffle du vent du sud, se porte de l'Afrique sur l'Europe méridionale, de telle sorte que la partie la plus déliée, la plus fine, la partie impalpable en un mot, parvienne *seule* sur les lieux les plus éloignés de son point de départ.

» Les vents d'Afrique, pour peu qu'ils soufflent avec quelque force, sont toujours chargés de cette sorte de poussière ou poudre, laquelle peut arriver jusque sur nos côtes, aperçue dans l'air sous forme de brouillard (2).

(1) *Recherches sur la topographie de Barcelone*, t. I, p. 49; Montpellier, 1828.

(2) Plusieurs fois, pareil brouillard a été vu par notre éminent confrère, M. le Baron

En tombant de l'atmosphère, elle se disperse partout, pénétrant dans les habitations, dans les lieux les mieux clos, et jusque dans la montre qu'on porte sur soi. Aussi n'est-il point rare que les bâtiments qui naviguent sur les côtes d'Afrique en soient tout couverts, *pont, voiles* et *mâture*. Du temps de l'esclavage, aux Antilles, il en était ainsi des navires négriers, alors qu'ils s'approchaient ou qu'ils s'éloignaient de la côte africaine. La poudre ou poussière sablonneuse, en s'introduisant dans les yeux, donnait souvent lieu à des conjonctivites qui, sur les navires retournant en Amérique, pouvaient persister encore à leur arrivée.

» Ajoutons que, le 30 août 1830, au lever du jour, une frégate française, qui naviguait au nord de Tripoli (Barbarie), se trouvait toute couverte d'une épaisse couche de sable et de poussière de sable. Ce sable provenait d'un vent qui, dans la soirée de la veille, avait soufflé sur la frégate, venant du désert africain (1). Sa force était telle, que les marins ne pouvaient lui faire face. La frégate était alors à 10 lieues de la côte, qu'elle avait quittée le matin.

» Le vent était accompagné d'une chaleur brûlante, suffocante, et comme s'échappant d'une fournaise ardente. Les grains de sable qu'il transportait, frappant sûr des parties nues (figure, col, mains), piquaient à l'instar de grains de sel renvoyés par des charbons incandescents. Sous cette forme, ou sous celle de poussière, le sable, en pénétrant dans les yeux, y produisait une cuisson ardente qui fut suivie, chez quelques marins, d'une conjonctivite de plusieurs jours.

» Notre Communication rappellera sans doute cette pluie de sable, sable mêlé à de la pluie ou à de la neige, qui est tombée, sur différents points de l'Italie, du 13 au 14 février dernier (2). Cette pluie, qu'avait précédée un vent impétueux du sud-est, a fourni à M. Ch. Sainte-Claire Deville l'occasion de faire remarquer combien sont fréquentes ces sortes de pluies, puis-

---

Cloquet, pendant son séjour sur son domaine du Fort-Lamalgue, à Toulon. Le brouillard, d'après ses observations, est toujours précédé d'un vent soufflant du même point, depuis deux ou trois jours et plus encore.

(1) Il est à remarquer que, sur toute la côte de Tripoli, le désert arrive jusqu'à la mer, par de vastes plages sablonneuses.

(2) Communication de M. Denza, Directeur de l'Observatoire de Moncalieri (séance du 7 mai 1870).

Lettre de M. Boccardo, Directeur de l'Institut technique de Gênes, *sur une pluie de substance jaunâtre tombée à Gênes, dans la matinée du 14 février 1870* (*Cosmos* du 14 mai, p. 337).

[illegible] en compte [illegible] soit [illegible]
[illegible]
[illegible]

M. [illegible] écrit à l'Académie pour la prier de vouloir bien rappeler, dans ses *Comptes rendus*, la fondation faite en 1867, par M. le marquis d'Ourches, de deux prix qui pourront être décernés par [illegible] riale de Médecine de Paris, à ceux qui auraient indiqué des moyens certains pour prévenir les inhumations précipitées :

« Le premier est un prix de *vingt mille francs*, pour la découverte d'un moyen simple et vulgaire de reconnaître d'une manière certaine et indubitable, les signes de la mort réelle. La condition expresse de ce prix est que le moyen puisse être mis en pratique même par de pauvres villageois sans instruction.

» Le second est un prix de *cinq mille francs*, pour la découverte d'un moyen de reconnaître, d'une manière certaine et indubitable, les signes de la mort réelle à l'aide de l'électricité, du galvanisme ou de tout autre procédé exigeant soit l'intervention d'un homme de l'art, soit l'application de connaissances, l'usage d'instruments ou l'emploi de substances qui ne sont pas à la portée de tout le monde. »

L'Académie de Médecine a accepté le legs le 22 avril 1868, avec la mission de décerner les deux prix ; mais le testateur a posé comme condition dernière que : « dans le cas où, pendant cinq années à dater du jour de l'acceptation du legs par l'Académie de Médecine, l'un ou l'autre des prix ou aucun d'eux n'aurait été décerné, les sommes qui y sont destinées feraient retour à la succession. »

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Moutard, *relatif à la théorie des équations différentielles partielles du second ordre.*

(Commissaires : MM. O. Bonnet, Bertrand rapporteur.)

« Les remarquables travaux qui, dans ces derniers temps, ont fait de la théorie des équations différentielles partielles du premier ordre l'une des plus parfaites du calcul intégral ont exercé peu d'influence sur l'étude des équations du second ordre. La forme même du résultat reste cachée dans ce cas, et la savante analyse d'Ampère, dans son admirable Mémoire de 1814, a été loin d'embrasser l'infinie variété des combinaisons possibles. Les géo-

mètres, en étudiant dans sa théorie l'expression la plus parfaite des méthodes proposées jusqu'ici, doivent chercher à introduire plus de généralité dans la forme des résultats, à obtenir plus de certitude et de précision dans les méthodes qui en font connaître la possibilité.

» C'est à cette dernière partie du problème que se rapporte le Mémoire de M. Moutard. Laissant de côté le plus grand nombre des formes d'intégrales énumérées par Ampère, il s'attache exclusivement à la plus simple de toutes pour rechercher les équations auxquelles elle peut convenir. En nommant x et y les deux variables indépendantes dont dépend la fonction inconnue z, M. Moutard suppose que l'une des fonctions arbitraires contenues dans l'intégrale générale contienne x seulement et l'autre y seulement, et que toutes deux figurent avec un nombre fini de leurs dérivées.

» Quelles sont les équations auxquelles convient une intégrale générale de cette forme ?

» Tel est le problème que se propose d'abord M. Moutard. Il est intéressant et utile pour la théorie générale, et l'on doit féliciter l'auteur de l'avoir complétement résolu.

» Après avoir montré, comme Ampère, que l'équation différentielle, dans ce cas, ne doit renfermer que la seule dérivée du second ordre $\frac{d^2z}{dx\,dy}$, désignée habituellement par s, M. Moutard obtient cinq formes distinctes qui comprennent tous les cas possibles : deux d'entre elles sont immédiatement intégrables, la troisième a été rencontrée et complétement intégrée par M. Liouville, les deux autres enfin appartiennent aux mêmes types et se réduisent aisément l'une à l'autre.

» Toute la difficulté se trouve donc concentrée sur une seule forme, que M. Moutard réduit à

$$\frac{d^2\alpha}{du\,dv} = \frac{dl\mathrm{A}}{du}\frac{d\alpha}{dv} + \mathrm{AB}\alpha,$$

où α représente une fonction inconnue de u et de v, et A et B des fonctions données, qui, bien entendu, pour que l'intégrale ait la forme demandée, doivent elles-mêmes remplir certaines conditions.

» La seconde partie du Mémoire est consacrée à leur étude et à la recherche de l'intégrale dans le cas où elles sont remplies. La voie très-directe suivie par M. Moutard, et imposée en quelque sorte par la manière dont il a abordé le problème, le conduit ici sur un terrain connu. Laplace, en 1773, a donné, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, une méthode

qui, par des essais successifs, permet de résoudre la première partie du problème, en formant, suivant une loi régulière, une série d'expressions déduites des coefficients de l'équation donnée. Il faut et il suffit, pour que l'intégration soit possible sous la forme supposée, que l'une de ces expressions soit égale à zéro, et le rang qu'elle occupe dans la série indique le nombre des dérivées de l'une des fonctions arbitraires qui doit figurer dans l'intégrale.

» En suivant jusqu'au bout, avec un plein succès, les conséquences de cette méthode, M. Moutard obtient la forme la plus générale des équations considérées, dans la formation desquelles il introduit autant de fonctions arbitraires distinctes qu'il le désire de chacune des variables x et y.

» La troisième partie du Mémoire est consacrée à l'étude très-complète et très-intéressante de l'équation

$$\frac{d^2 z}{dx\, dy} = z\varphi(x, y),$$

à laquelle se réduit l'équation plus générale traitée précédemment dans un cas particulier auquel ne sont pas applicables les résultats précédemment obtenus; deux équations de condition, en général distinctes, se réduisent alors à une seule, et les conséquences qui s'en déduisent sont entièrement changées.

» M. Moutard, après avoir formé l'équation unique à laquelle doit satisfaire la fonction $\varphi(x, y)$ pour que l'intégrale ait la forme supposée, parvient à l'intégrer avec beaucoup de bonheur et de talent, en la ramenant à l'équation semblable d'ordre inférieur de deux unités, obtenue en supposant que la méthode exige une opération de moins.

» En résumé, nous pensons que le Mémoire de M. Moutard mérite l'approbation de l'Académie, et nous lui proposons d'en décider l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. B. Renault, *intitulé :* Études sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun.

(Commissaires : MM. Daubrée, Brongniart rapporteur.)

« Dans la plupart des cas, les végétaux que nous observons à l'état fossile se présentent à nous sous forme d'empreintes dans lesquelles le végétal a complétement disparu, ou n'est plus représenté que par quelques parties charbonnées.

» Les végétaux réellement pétrifiés dont les divers organes ont été transformés, quant à la matière qui les compose, tout en conservant la structure de leurs tissus, sont beaucoup plus rares.

» Lorsqu'à cette pétrification, presque toujours siliceuse, se trouve jointe la conservation de la forme extérieure, on peut étudier le végétal fossile dans tous ses caractères, comme s'il était vivant, sauf la difficulté de soumettre à des sections convenables la roche dure qui le constitue.

» Cette étude de la structure intime des végétaux fossiles a surtout un grand intérêt pour ceux des terrains anciens qui s'éloignent beaucoup plus des végétaux existant actuellement, et pour lesquels nous devons réunir tous les moyens d'arriver à une connaissance complète de leur organisation. C'est particulièrement dans le grès rouge qui surmonte le terrain houiller, en Allemagne, et dans quelques parties de la France et de l'Angleterre, mais surtout en Bohême et en Saxe, que des fossiles variés de cette nature ont été trouvés. Quelques-unes de leurs formes les plus remarquables avaient été signalées depuis longtemps, sous les noms vulgaires de *Staarstein*, *Wurmstein*, ou *Astérolithe*, *Helmintholithe*, *Psarolithe*, et constituent le genre *Psaronius* des paléontologistes modernes; mais des échantillons plus rares et non moins intéressants les accompagnent; ils ont d'abord été signalés dans l'ouvrage de Cotta, qui n'en a étudié la structure que d'une manière assez superficielle.

» C'est à Corda qu'on a dû, en 1845, un examen plus approfondi de leur organisation et une classification précise fondée sur l'étude microscopique de leurs tissus.

» Parmi ces fossiles se trouvent assez fréquemment des pétioles de Fougères, dont Corda a formé plusieurs genres caractérisés par la forme du faisceau ou des faisceaux vasculaires qui les parcourent.

» Toutes ces études avaient été faites sur les échantillons trouvés en Allemagne, surtout à Chemnitz, en Saxe, et à Neupaka, en Bohême. Mais il existe en France un gisement non moins riche de ces fossiles aux environs d'Autun. Ici ils se rencontrent détachés de la roche qui a dû les renfermer, sous forme de fragments épars dans le sol végétal d'un champ dit *Champ-de-la-Justice;* on y trouve des espèces variées de *Psaronius*, des fragments de tiges des *Calamitea* de Cotta, des bois de divers Conifères, des portions de pétioles de Fougères, en un mot tous les fossiles caractéristiques des gisements cités plus haut, en Allemagne; et quoique trouvés hors place, en fragments brisés, mais non roulés, on ne saurait douter qu'ils proviennent

des couches supérieures des terrains houillers qui entrent dans la constitution de tout le pays environnant.

» Ces fossiles intéressants ont été d'abord signalés il y a près de quarante ans par Mgr Landriot, alors professeur au petit séminaire d'Autun; c'est sur un échantillon communiqué par lui que l'un de nous a décrit la structure remarquable d'un petit rameau du *Sigillaria elegans*. Depuis lors, de nombreux échantillons de ces fossiles ont été réunis soit au Muséum d'Histoire naturelle, soit dans les collections de plusieurs naturalistes d'Autun.

» Ce sont les fossiles si intéressants de cette localité dont M. Bernard Renault, chef des travaux chimiques à l'École Normale de Cluny, a entrepris l'étude.

» Il a dirigé d'abord son attention sur les restes de pétioles de Fougères, et y a reconnu deux des genres établis par Corda, les *Zygopteris* et les *Anachoropteris*; le premier, qui paraît extrêmement rare en Allemagne, lui a fourni, parmi les fossiles d'Autun, quatre espèces très-différentes de l'espèce type, mais appartenant évidemment au même genre.

» Le second genre avait déjà présenté à Autun une des espèces décrites par Corda, et M. Renault en a découvert une seconde.

» Mais ce ne sont pas ces découvertes spécifiques qui constituent le principal intérêt du Mémoire de ce savant.

» Les deux genres qui en sont le sujet n'étaient connus que par des fragments de pétioles isolés ou rapprochés et entremêlés de racines adventives, mais sans trace des tiges qui leur donnaient naissance.

» Par des recherches attentives parmi les petits échantillons souvent négligés, M. Renault en a découvert appartenant à chacun de ces genres dans lesquels la tige avait été conservée d'une manière plus ou moins complète, et était accompagnée de portions de pétioles suffisantes pour établir leur détermination générique.

» L'étude microscopique très-approfondie de ces tiges de *Zygopteris* et d'*Anachoropteris* forme la partie essentielle du travail de M. Renault; elle signale entre ces plantes et les Fougères actuelles, dans lesquelles la structure de la tige a été décrite, des différences importantes, mais qui ne sont pas cependant de nature à éloigner ces genres de cette famille.

» Dans ces deux genres, il y a au centre de la tige une moelle peu volumineuse qui présente, surtout dans l'*Anachoropteris*, des saillies qui pénètrent dans le cylindre vasculaire, sans cependant le diviser en plusieurs faisceaux distincts. Ce cylindre vasculaire, formé de vaisseaux rayés ou

scalariformes, diffère par sa forme dans ces deux genres; il est plus épais et simplement anguleux dans le *Zygopteris*, où on ne l'a pas observé dans toute sa circonférence; dans l'*Anachoropteris*, il est plus mince et se prolonge en angles très-saillants, au nombre de cinq, divisés eux-mêmes au sommet, de manière à présenter sur la coupe transversale la forme d'une étoile dont les branches seraient échancrées à leur extrémité.

» En dehors de ce cylindre vasculaire se trouve un parenchyme cortical épais, que traversent les faisceaux vasculaires se rendant aux pétioles et ceux qui se dirigent vers les racines adventives. M. Renault admet que, dans le *Zygopteris*, cette tige porte, outre les pétioles, des écailles représentant des feuilles avortées. Cette disposition, qui ne s'observe pas dans nos Fougères actuelles, aura besoin d'être constatée par de nouvelles observations.

» L'organisation de ces tiges de Fougères offre sans doute des différences assez notables relativement à celle des Fougères vivantes qui ont été le mieux étudiées. Elle semble à quelques égards se rapprocher de celle de l'Osmonde; dans cette plante le cylindre ligneux, presque continu, est cependant divisé en faisceaux assez irréguliers, qui sont dépourvus de cette gaîne solide et résistante qui entoure les faisceaux vasculaires de presque toutes les Fougères; d'un autre côté, dans les Dicksoniées arborescentes, le cylindre vasculaire est continu et sinueux comme dans l'*Anachoropteris*. Les tiges de ces Fougères fossiles ne présentent donc dans leur structure rien qui soit incompatible avec ce que nous observons dans les Fougères actuelles.

» Une autre partie du Mémoire de M. Renault a pour objet de petites tiges également silicifiées, de quelques millimètres de diamètre, que leur structure rattache non-seulement à la famille des Lycopodiacées, mais probablement au genre Lycopodium lui-même, détermination très-intéressante, car les Lycopodiacées herbacées, analogues à celles de la végétation actuelle, paraissent très-rares dans les terrains anciens où leur existence a cependant été bien constatée par M. Goldenberg, qui en a décrit et figuré cinq espèces dans les couches houillères de Saarbruck.

» Les deux tiges décrites par M. Renault ont un axe central très-grêle, renfermant des faisceaux vasculaires composés d'un petit nombre de vaisseaux et disposés sans ordre apparent au milieu d'un tissu cellulaire délicat, comme on l'observe dans nos Lycopodes; de cet axe naissent des faisceaux prosenchymateux étroits, au nombre de douze à quinze, qui se dirigent vers l'écorce et doivent être destinés aux feuilles; un parenchyme cortical, lâche à l'intérieur, plus dense à l'extérieur, forme une zone assez étendue autour de cet axe, et quelques racines adventives semblables à celles qu'on

observe également dans les Lycopodes le traversent et se retrouvent quelquefois au dehors auprès de la tige.

» Les vaisseaux de l'axe sont aréolés souvent avec une ponctuation au centre de ces aréoles hexagonales, caractère remarquable et par lequel ces plantes sembléraient différer des vrais Lycopodes actuels, dont toutes les espèces observées à ce point de vue ont présenté des vaisseaux rayés; mais les recherches sur ce sujet ont été trop peu nombreuses pour qu'on puisse considérer ce caractère comme sans exception.

» Si ces tiges se rapportent, comme tout semble l'indiquer, à des Lycopodes, on aura constaté par ces délicates observations anatomiques l'existence, dans ces anciennes formations, d'un genre dont nos terrains houillers de France ne nous avaient pas jusqu'à ce jour offert d'empreintes et dont on n'a que de rares exemples dans d'autres pays.

» On voit tout l'intérêt que présentent les recherches de Paléontologie végétale de M. Bernard Renault. Le talent avec lequel il a su, au moyen des délicates préparations qu'il a faites lui-même, soumettre à l'observation microscopique tous les tissus encore conservés dans ces végétaux silicifiés, l'exactitude de ses observations et la juste appréciation des diverses parties qui constituent les fragments de ces petites plantes donnent beaucoup de valeur à ces études; elles nous paraissent très-dignes de l'approbation de l'Académie, qui ne saurait trop encourager M. Renault à les poursuivre. »

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Recherches sur les pinceaux de droites et les normalies, contenant une nouvelle exposition de la théorie de la courbure des surfaces.* Mémoire de **M. A. Mannheim**, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Les recherches optiques ont conduit à l'étude des systèmes de droites. Tous les géomètres connaissent le théorème de Malus généralisé par Dupin; mais c'est Hamilton qui, dans sa théorie *of systems of rays*, a le premier donné à cette étude tout le développement qu'elle comporte.

» Dans un premier supplément à ce traité, inséré dans les *Transactions of the royal Irish Academy*, ce géomètre est arrivé à des propriétés des pinceaux encore peu connues aujourd'hui.....

» L'étude générale des systèmes de rayons rectilignes a été reprise analytiquement par Kummer dans un beau Mémoire qui a paru en 1860 (*Journal de Crelle*, t. LVII).

» Ce Mémoire renferme certaines propriétés trouvées par Hamilton, et d'autres que ce géomètre n'avait pas remarquées. En terminant, M. Kummer s'attache à montrer la relation intime qui existe entre l'étude des systèmes de rayons et la théorie de la courbure des surfaces.

» Dans le présent Mémoire, j'étudierai les pinceaux de droites d'une façon toute géométrique.

» Non-seulement les propriétés des pinceaux sont intéressantes en elles-mêmes, mais il est utile de connaître ces propriétés pour pouvoir employer les pinceaux comme élément dans les démonstrations, ainsi que j'aurai l'occasion de le faire plus tard. Actuellement, j'étudierai les pinceaux en eux-mêmes. Pour cela, j'introduirai les surfaces gauches formées respectivement par une droite du pinceau et chacune des droites infiniment voisines.

» Ces surfaces, que j'appelle *élémentaires*, seront représentées par de simples lignes droites : *droites auxiliaires*. C'est en 1864 que j'ai présenté à la Société Philomathique la construction de la droite auxiliaire d'une surface réglée et l'emploi d'une ou plusieurs droites auxiliaires pour la démonstration de quelques propriétés de ces surfaces.

» Dans le troisième volume de son *Traité de Géométrie descriptive*, M. de la Gournerie a exposé, en les étendant, les résultats que j'avais communiqués sur ce sujet à la Société Philomathique. Malgré l'introduction de la droite auxiliaire dans un ouvrage didactique, je crois utile de commencer ce Mémoire en rappelant ce qui est relatif à cette droite.

» Je considère ensuite les surfaces élémentaires d'un pinceau représentées par leurs droites auxiliaires. Toutes les propriétés d'un pinceau se démontrent alors aisément au moyen d'une figure plane dans laquelle apparaissent toujours une droite et une circonférence de cercle.

» Cette figure permet de retrouver les propriétés connues et d'autres entièrement nouvelles.

» Le pinceau formé par les normales infiniment voisines d'une surface est très-intéressant à examiner.

» Une surface élémentaire de ce pinceau, surface que j'ai appelée *normalie*, représentée par sa droite auxiliaire, donne lieu à une figure sur laquelle se trouvent groupés tous les éléments relatifs à la théorie de la courbure des surfaces.

» On est ainsi amené, non-seulement à une nouvelle exposition de cette

théorie, à de nombreux résultats dus à MM. Joachimsthal, Bertrand, Bonnet, Lamarle, Catalan, etc., mais encore à d'autres propriétés qui n'avaient pas été signalées dans les études si nombreuses faites sur ce sujet. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'emploi du lait comme préservatif des affections saturnines*. Extrait d'une Lettre de M. DIDIERJEAN à M. Peligot.

(Renvoi à la Commmission des Arts insalubres.)

« ..... Comme vous le savez, nous fabriquons nous-mêmes le minium que nous employons pour fabriquer le cristal. Il résulte d'une enquête que j'ai faite, que nous avions autrefois presque constamment des ouvriers malades, c'est-à-dire atteints de coliques souvent très-violentes; et cela, sur un personnel de seize hommes.

» A plusieurs reprises, nous avons essayé de combattre les effets du plomb en faisant prendre à nos ouvriers une boisson composée d'eau, d'alcool, de sucre, de citron et d'une proportion extrêmement petite d'acide sulfurique. Ces liqueurs, très-agréables à boire, étaient d'abord prises avec plaisir par nos ouvriers; mais, après quelques jours, ils en étaient complétement fatigués, et il devenait impossible de les obliger à en faire usage. J'ai toujours attribué ce résultat à la présence de l'acide sulfurique qui, bien qu'en proportion *extrêmement faible*, agissait sur l'estomac. Aussi nous avons toujours été obligés d'abandonner ces boissons après quelques jours d'essai.

» Nous étions donc réduits à combattre les effets pernicieux du plomb :

» 1° En exigeant une très-grande propreté de la part de nos ouvriers. Le but de cette précaution était de chercher à rendre nulle l'absorption par la peau, ou tout au moins de la réduire considérablement. Il ne restait, pour ainsi dire, que l'absorption qui se faisait par la respiration.

» 2° En exigeant qu'après huit jours consécutifs de travail dans l'atelier à minium, l'ouvrier quittât cet atelier, pour aller travailler pendant un temps égal dans la cour de l'usine, c'est-à-dire au grand air. Nous obtenions ce résultat au moyen d'une double escouade : chaque escouade travaillait alternativement huit jours dans l'atelier à minium, et huit jours au grand air.

» Malgré ces précautions, nous avions très-fréquemment des hommes atteints de coliques de plomb.

» Vers la fin de l'année 1867, mon attention se trouva appelée sur deux d'entre eux qui n'avaient jamais été malades, malgré leur assez long séjour

dans l'une des deux brigades travaillant à la préparation du minium. Tous les autres, sans exception, avaient été plus ou moins atteints.

» Ces deux ouvriers, qui faisaient exception, jouissaient d'une aisance relative, comparés à leurs camarades : ils possédaient quelques morceaux de terre, et ils avaient l'habitude d'apporter, presque tous les jours, une ration de lait qui leur servait de boisson, aux repas qu'ils prenaient dans l'usine. Cette habitude de boire du lait à certains repas est assez répandue dans la portion aisée de la population de nos montagnes.

» Cette observation me frappa, et je pensai que le lait pourrait peut-être remplacer avec avantage les boissons additionnées d'acide sulfurique, que nous avions essayées à plusieurs reprises, et sans aucun succès.

» J'ai donc recommandé le lait à nos ouvriers de l'atelier à minium, et à partir du mois de février 1868, il est devenu obligatoire. Chaque ouvrier apporte tous les jours un litre de lait à l'atelier. La vérification est faite par le surveillant au moment de l'appel, et chaque ouvrier reçoit, tous les jours, une allocation supplémentaire qui lui sert à acheter le lait dont il a besoin.

» Après un temps assez court, nos ouvriers ont ressenti les bons effets de cette boisson, et, depuis plus de dix-huit mois, nous n'avons pas eu un seul ouvrier malade, dans l'atelier où nous fabriquons le minium.

» Voilà, Monsieur, les faits si simples auxquels vous avez bien voulu vous intéresser, et, sans vouloir affirmer que le lait est un préservatif infaillible contre *tous* les accidents provenant de l'intoxication du plomb, je crois cependant que son usage produit d'excellents résultats sur la santé de l'ouvrier qui travaille les différents composés du plomb. »

M. **Allegret** adresse une « Note sur une propriété particulière de la cassinoïde à trois foyers $\rho^6 - 2m\rho^3 \cos 3\theta = \pm 1$ ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

Les deux volumes manuscrits de Tables numériques, adressés par *M. Drach* dans la séance précédente, seront soumis à l'examen de la Section de Géométrie.

CORRESPONDANCE.

M. **Mannheim** prie l'Académie de vouloir bien le considérer comme l'un des candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de *M. Lamé*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Compte rendu des éducations précoces de vers à soie faites en 1870, dans la magnanerie expérimentale du Comice agricole du canton de Ganges (Hérault) ». Ce Compte rendu contient les passages suivants :

« L'une des catégories de graines qui ont été expérimentées comptait vingt essais de graines de pays et deux de graines étrangères à cocons jaunes, en tout vingt-deux lots, dont onze ont réussi : huit avaient été préalablement soumis à l'examen microscopique, qui en avait présagé la santé.

» Cinq lots provenant des Basses-Alpes, et dont la graine avait été fournie par M. Raybaud-Lange, ont donné de bons résultats. Nous devons citer aussi deux échantillons de graine, l'un du Var, l'autre de Portugal, appartenant à M. Archambault.

» D'après ces données, nous devons chercher nos graines dans les pays de petite production encore peu infectés, et confectionnées, d'après le système de M. Pasteur, par des procédés consciencieux. Ces conditions, nous les trouverons chez M. Raybaud-Lange, directeur de la ferme-école de Paillerols, et chez M. Milhau, filateur au Poujol.

» En suivant en tous points les indications du Maître, ces Messieurs et ceux qui voudront les suivre dans cette voie pourront approvisionner avec succès de graine de pays les éducateurs, à la condition toutefois qu'ils limiteront leur production de manière à pouvoir surveiller efficacement leurs grainages et les examens microscopiques. »

« M. d'Avezac présente, au nom de l'auteur, la dernière partie du travail du P. Timothée Bertelli, de Florence, qui a pour objet la *Lettre sur l'aimant, de Pierre-Pélerin de Maricourt, et quelques inventions et théories magnétiques du* XIIIe *siècle*; le fascicule actuel est simplement le tirage à part d'un commentaire déjà paru par fragments successifs dans le *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des sciences mathématiques et physiques*, publié à Rome par le prince Balthazar Boncompagni, et dont les cahiers à ce relatifs sont en la possession de l'Académie, depuis un an déjà qu'ils lui ont été remis par M. Chasles.

» En apportant aujourd'hui en bloc, sous sa forme isolée, le complément de l'œuvre spéciale du P. Bertelli, M. d'Avezac trouve, dans l'arrivée un peu tardive de cet envoi, l'avantage d'avoir pu en contrôler certains détails dans l'intervalle, et d'être en mesure de soumettre à la savante compagnie

quelques observations propres à la mettre en garde contre les inexactitudes matérielles qui, certainement à l'insu du docte Italien, et plus certainement encore contre ses plus chers désirs, viennent fausser, précisément en leur trait essentiel, les deux planches données à la fin du cahier comme des reproductions irrécusables, en *fac-simile*, de deux documents originaux empruntés à des manuscrits de Paris et de Leyde.

» Pour le manuscrit parisien, conservé à la bibliothèque de l'Arsenal, il est à portée des vérifications de tous les Membres de cette Académie. La planche qui lui a été empruntée est une figure de boussole, que Libri avait cru pouvoir invoquer en preuve de la connaissance acquise de la déclinaison magnétique en Italie vers la milieu du XV[e] siècle; mais la copie donnée comme *fac-simile* dans la planche IV du P. Bertelli ne fournirait aucun prétexte à une telle interprétation, tandis que, sur le manuscrit original, il y a réellement, dans le tracé du rayon terminé en fer de lame qui désigne la tramontane, une déviation de la ligne droite, qui, malgré un retour compensatif, a pu néanmoins offrir une apparence d'argument à l'assertion de Libri.

» Quant au manuscrit de Leyde, la vérification s'est effectuée au moyen d'une épreuve photographique de l'original. La planche III de l'abbé Bertelli a pour objet de reproduire en *fac-simile* la page où se trouve contenue une double remarque sur la déclinaison magnétique et son amplitude déterminée par des observations répétées (*multis experientiis*). Ce passage, écrit ici de la même main que tout le reste, manque aux divers autres exemplaires connus du même morceau (la plupart incomplets, au surplus) : or précisément l'expression numérique de l'angle d'écart est inexactement figurée sur le *fac-simile*, ainsi que le démontre la photographie prise sur l'original. La copie du *fac-simile* semble obéir à l'idée préconçue que là où l'angle de déclinaison est exprimé en degrés, cette expression consisterait en l'abréviation du mot *videlicet* suivie du chiffre arabe 5, tandis qu'il y faut reconnaître de fait, en chiffres romains, le nombre *vij* suivi de la lettre *s*, abréviation du mot *semis* (ou peut-être, à la rigueur, du mot *scilicet*). Le professeur Reinhart Dozy, correspondant de l'Institut, qui a bien voulu prendre soin de faire exécuter à Leyde la photographie envoyée, ajoute, en la transmettant : « Si vous désirez connaître l'opinion de nos paléographes, tels » que MM. Pluygers, Cobet, du Rieu, je vous dirai qu'à leur avis le ma» nuscrit porte bien réellement *vij* comme vous l'avez pensé, et non pas » *videlicet*.... A leur sens le *s.* signifie *semis* : $7\frac{1}{2}$ degrés. »

» M. d'Avezac croit opportun de rappeler que, malgré l'opinion sou-

tendue par le P. Bertelli, que tout le passage où il est question de la déclinaison, serait une interpolation relativement moderne et postérieure à Christophe Colomb, à qui l'on fait assez volontiers honneur de la découverte de ce phénomène; il est plus prudent de réserver un jugement définitif jusqu'à ce que des arguments insuffisamment discutés jusqu'à présent aient été plus soigneusement rassemblés et plus rigoureusement approfondis. Le dernier mot n'a point encore été dit sur les notions réelles de Christophe Colomb en fait de déclinaison magnétique, et pour lui en attribuer la découverte première (on parle ici de la déclinaison simple et non de la variation ou variabilité de cette déclinaison au gré des déplacements de l'observateur), il faudrait démontrer qu'il n'emportait pas lui-même d'Europe la preuve palpable de pratiques plus avancées qu'on ne le suppose communément, en ces boussoles flamandes dont la rose accusait une différence de déclinaison de tout un quart-de-vent comparativement aux boussoles génoises, ce qui ne paraît explicable que par la correction artificielle des premières telle qu'elle est décrite par des écrivains ultérieurs, et l'absence de correction des secondes. D'ailleurs, les anciennes cartes nautiques de la Méditerranée, dont on possède des échantillons remontant à la date certaine de 1318, et dont on trouve la mention expresse dès le temps de saint Louis, c'est-à-dire à l'époque même de la Lettre de Pierre de Maricourt, sont orientées sur le nord magnétique : croira-t-on que ceux qui dressaient ces cartes, remarquables par leur perfection relative, les orientaient ainsi à leur insu et sans se douter que le nord de leurs relèvements ne coïncidait pas avec le nord vrai? Tant d'inadvertance à côté de tant d'habileté, cela n'est guère conciliable. Encore une fois, il est plus prudent, quant à présent, d'ajourner toute conclusion définitive et de laisser le protocole ouvert sur une si grave question.

» M. d'Avezac fait personnellement hommage à l'Académie d'une épreuve photographique servant de contrôle au *fac-simile* du manuscrit de Leyde qui accompagne le Mémoire, très-important dans tous les cas, du P. Timothée Bertelli. »

GÉOLOGIE. — *Le bassin parisien aux âges antéhistoriques;* *par* M. **Belgrand** (1).

« L'Administration municipale publie des documents relatifs à l'histoire

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

générale de Paris. Il n'a pas paru inutile à la Commission qui s'occupe de ces travaux de remonter aux temps préhistoriques où l'homme vivait sur le sol parisien avec l'éléphant, l'hippopotame, le renne, le lion, etc. J'ai été chargé de ce travail, et j'ai l'honneur d'en présenter à l'Académie un résumé succinct.

» L'introduction donne une idée générale des premiers temps où l'on trouve sur la terre les traces de l'homme et surtout de l'époque quaternaire.

» L'ouvrage lui-même se divise en quatre Parties :

» I. *Époque diluvienne.* — Les auteurs de la carte géologique de France ont dit que le relief du bassin de la Seine était le résultat d'une grande érosion. Je démontre que cette érosion est due à des courants diluviens et non à l'action lente des agents atmosphériques, comme beaucoup de géologues l'admettent aujourd'hui. Les preuves les plus solides sur lesquelles j'appuie mon opinion sont :

» 1° L'orientation des lambeaux de terrains oligocènes restés à la surface des plateaux ; ces lambeaux sont tous dirigés du sud-est au nord-ouest, comme la pente générale du bassin.

» 2° L'absence des restes des roches dures sur les plateaux mis à nu. Les débris de la table de grès qui recouvrait une grande partie des sables de Fontainebleau sont aussi rares sur les plateaux de la Champagne, de la Brie et de la rive gauche de la Seine, que ceux des marbres du calcaire à entroques et du coral-rag à la surface des plateaux de l'Auxois, du Châtillonnais, etc. Habituellement ces débris ne se trouvent même pas au fond des vallées secondaires. Il faut descendre dans les vallées principales, et souvent à de grandes distances des points de départ, pour les rencontrer.

» 3° La disposition du limon des plateaux : ce limon se divise en deux couches, l'une grossière à la base, l'autre plus fine à la partie supérieure. Aucune preuve du passage d'une eau diluvienne n'est plus décisive : lorsque la vitesse des eaux troubles tombe au-dessous de $0^{m},20$ par seconde, un premier dépôt limoneux grossier se forme presque instantanément, puis il s'en forme un second composé de matières plus fines qui s'abaissent en nuage sur le premier. Lorsque le dépôt est dû aux eaux pluviales ou au débordement d'un cours d'eau, il est composé d'une multitude de couches trop minces pour être faciles à distinguer ; dans ce cas, l'œil n'en distingue qu'une seule ; il a fallu les eaux profondes d'un déluge pour produire les deux couches épaisses du limon des plateaux.

» Les vallées recevaient donc les débris volumineux des roches, au fur et à mesure qu'elles se creusaient, et le courant abandonnait sur les hautes terrasses des dépôts composés de ces débris ; sur la fin du phénomène, des dépôts du même genre ont formé un long cordon au fond des vallées principales, tandis que les petites vallées étaient presque complétement vidées, dans les terrains jurassiques et tertiaires surtout.

» Le dépôt des hautes terrasses se distingue des dépôts dont il va être question ci-après en ce qu'il ne renferme jamais de sable de rivière. Il se compose uniformément d'un mélange confus de gros blocs, de cailloux et de limon de couleur ocreuse.

» II. *Grands cours d'eau de l'âge de pierre.* — Les géologues divisent les graviers des basses terrasses et du fond des vallées en trois couches qu'ils attribuent à trois déluges. A la base ils placent le diluvium gris à ossements, au-dessus le diluvium rouge sans ossements, et enfin le tout est recouvert par une couche de limon produit d'un troisième déluge, le loess.

» Je démontre que ces trois couches sont dues à de simples phénomènes d'alluvionnement. Le terrain de transport du fond des vallées et des basses terrasses, qui, dans le bassin de la Seine, s'élève de 20 à 60 mètres au-dessus du niveau actuel des thalwegs, a été remanié par des cours d'eau, qui ont abaissé leur lit de la hauteur comprise entre les basses terrasses et le thalweg actuel. Or, toutes les fois qu'une rivière modifie son lit d'une manière quelconque, soit en l'abaissant, soit en le déplaçant, elle jette les matériaux qu'elle affouille sur les parties du lit qu'elle abandonne, et forme ce qu'on appelle vulgairement une *alluvion ;* puis lorsque le lit est ainsi rempli de gravier, les eaux de débordement couvrent cette alluvion d'une couche de limon. Il en a été de même aux temps préhistoriques. Les grands cours d'eau, en abaissant leur lit, ont rempli les parties abandonnées et ont recouvert le gravier de fond (diluvium gris) d'une couche d'alluvion (diluvium rouge) ; puis lorsque le lit devenu inutile a été ainsi comblé, les eaux de débordements y ont déposé une couche de limon (loess).

» Je me propose donc de substituer les noms *gravier de fond, alluvion, limon des débordements* aux trois noms si défectueux *diluvium gris, diluvium rouge et loess.*

» L'abaissement du fond des vallées par les cours d'eau est dû évidemment au relèvement du continent. Il se formait, au bord de la mer, une chute, puis des rapides qui se propageaient en remontant les vallées. J'ai constaté qu'à l'époque des hauts niveaux, les lits de la Seine, de la

Marne et de l'Oise étaient sans pente depuis les plaines de la Champagne jusqu'à la mer; les graviers sont très-peu roulés, il est probable qu'ils n'étaient déplacés qu'aux époques où le fleuve abaissait son lit. Dans les temps de régime permanent, la vitesse des cours d'eau n'était pas plus grande que celle du fleuve actuel, qui déplace seulement le sable et le petit gravier.

» La Seine avait 6 kilomètres de largeur à Paris, à la hauteur du château de Vincennes, à l'époque des hauts niveaux. Cette largeur était réduite à 2 kilomètres à l'époque des bas niveaux. Ces largeurs sont beaucoup moindres dans les parties étroites des vallées. Je démontre qu'avec de très-petits changements dans les lois météorologiques, ces grands cours d'eau deviennent possibles. Les preuves de leur existence sont d'ailleurs incontestables :

» 1° On a recueilli de nombreux silex travaillés par l'homme dans les graviers de fond de certaines parties du fleuve; ces silex ne sont pas roulés.

» 2° Des myriades de coquilles fluviatiles et terrestres ont laissé leurs débris dans le *gravier de fond*, surtout aux points où l'eau était tranquille, au fond des anses et sur la rive convexe des tournants.

» Ces deux faits seraient inexplicables si les graviers avaient été transportés par des eaux diluviennes.

» 3° Le terrain de transport du fond des vallées renferme des zones de sable de rivière alternant avec le gravier, tandis que, sur les hautes terrasses, le terrain de transport, qui est réellement diluvien, se compose exclusivement de cailloux à peine roulés et de limon.

» 4° On trouve, dans les graviers de fond, aux points d'alluvionnement, beaucoup d'ossements d'animaux de race éteinte; les ossements humains y sont au contraire extrêmement rares. Donc les hommes, très-nombreux déjà à cette époque, savaient, par leur intelligence, échapper à l'action des eaux qui frappaient les autres êtres vivants; donc cette action destructive n'était pas l'effet d'un déluge ou d'une submersion générale.

» Ainsi les graviers des basses terrasses et du fond des vallées ont été remaniés par des cours d'eau énormes. Dans les vallées occupées aujourd'hui par les ruisseaux les plus paisibles, on trouve des preuves incontestables de la puissance des cours d'eau de l'époque quaternaire et des traces des nombreux animaux, éléphants, rhinocéros, hippopotames, aurochs, tigres, ours, qui peuplaient alors le sol de la France ou hantaient nos rivières.

» A une certaine époque, ces cours d'eau ont diminué rapidement, et alors ils ont rempli le dernier de leurs grands lits, soit avec du gravier, du sable ou du limon, soit avec de la tourbe.

» III. *Histoire des tourbes.* — Les tourbières des terrains granitiques et paléozoïques se trouvent aussi bien sur le flanc des coteaux et sur les plateaux qu'au fond des petites vallées, mais jamais sur les bords des grands cours d'eau.

» Les autres terrains du bassin de la Seine n'ont produit la tourbe qu'au fond des vallées pourvues d'un cours d'eau, et seulement lorsque les versants de ce cours d'eau *sont entièrement perméables.* Lorsqu'une notable partie de ces versants *est imperméable,* on ne remarque ni marais, ni tourbière au fond des vallées, et ce fait s'explique facilement. Lorsque les eaux pluviales tombent sur un sol imperméable, elles affluent avec une grande rapidité au fond des vallées, et y produisent des crues violentes et de courte durée qui ne permettent pas à la tourbe de se développer; au contraire, les eaux pluviales tombées sur un sol perméable arrivent lentement aux thalwegs en passant par les sources, ne produisent que des crues lentes et peu limoneuses, et favorisent la production des tourbes. J'ai vérifié ces faits, par quinze années d'observations continues, sur les cours d'eau du bassin de la Seine; les terrains perméables qui permettent aux marais et aux tourbières de se développer au fond des vallées humides sont les calcaires oolithiques, la craie blanche, le calcaire grossier, les sables de Beauchamp, le calcaire de Saint-Ouen, les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce.

» Le granite, le lias, le terrain crétacé inférieur, les argiles du Gâtinais, les marnes vertes et les argiles à meulières sont des terrains imperméables; ils alimentent des cours d'eau dont les crues sont violentes et ne produisent jamais de tourbe au fond des vallées.

» A l'époque quaternaire, les pluies étaient si abondantes qu'elles produisaient des ruissellements à la surface des terrains les plus perméables, et par conséquent des crues violentes dans tous les cours d'eau : la tourbe n'a donc pu se produire nulle part. C'est à la fin de cette époque, lorsque le régime actuel des pluies s'est établi, que la tourbe a pu se former.

» Généralement, les tourbières du bassin de la Seine ont rempli le dernier lit de l'âge de pierre des cours d'eau à versants perméables.

» IV. *Histoire paléontologique du bassin de la Seine pendant l'époque qua-*

ternaire. — C'est avec l'aide des conseils de M. Ed. Lartet que j'ai entrepris ce travail.

» Le limon des plateaux, le plus ancien des terrains de transport quaternaire, ne renferme ni ossements, ni débris organiques quelconques, ni traces du travail de l'homme, parce qu'il est d'origine diluvienne. Lorsqu'une contrée est envahie par un courant diluvien assez puissant pour y creuser les vallées et raser les plateaux, les débris des animaux, les forêts, et en général tous les objets formant la croûte superficielle du sol, sont bien loin, lorsque le cataclysme touche à sa fin et lorsque commence le dépôt du limon en suspension dans l'eau.

» La plupart des cadavres des animaux de l'âge de pierre sont arrivés en flottant aux points habituels d'alluvionnements, au fond des anses et sur la rive convexe des tournants, là où nous trouvons aujourd'hui leurs ossements. Ces ossements sont, en effet, enfouis dans les graviers de fond et sont recouverts par l'alluvion, tandis que s'ils avaient été apportés pêle-mêle avec les graviers, ils se trouveraient aussi bien dans l'alluvion que dans les graviers de fond.

» Ces plages d'alluvionnement étaient disposées en pente douce et formaient des abreuvoirs naturels où beaucoup d'animaux ont dû se noyer. C'était aussi sur ces graviers que l'homme venait, en temps de basses eaux, tailler ses outils lorsqu'il ne trouvait pas de silex à la surface de la contrée voisine; c'est à cela qu'on doit attribuer l'absence des silex taillés dans les graviers calcaires, comme ceux de la basse Bourgogne et de la Champagne, et même dans les graviers siliceux lorsqu'il existe de nombreux silex à la surface du sol, comme dans la banlieue de Sens. Dans ce dernier cas, les ateliers de fabrication se trouvent hors des cours d'eau; j'en ai rencontré de nombreuses traces sur les coteaux de la Vanne, qui sont couverts de silex de la craie.

» L'homme et les animaux de l'âge de pierre ont vécu en grand nombre sur les pentes de la chaîne de la Côte-d'Or. Cependant les ossements des grands animaux sont fort rares dans les graviers des cours d'eau de cette partie du bassin de la Seine, ce qui tient au rapide abaissement des lits. On voit, en effet, que les rivières y coulaient à leurs niveaux actuels dès l'époque de l'*Ursus spelæus*, c'est-à-dire avant le développement de la faune des herbivores. C'est ce qui est démontré aux grottes d'Arcy, dont les couches à ossement s'élèvent à peine à quelques mètres au-dessus des eaux de la Cure.

» Dès que les vallées s'élargissent en traversant les terrains plus mous du portlandien et du terrain crétacé, et qu'ainsi les cours d'eau ont perdu leur violence en s'étalant au fond d'un large lit, la faune de l'âge de pierre se montre même dans les graviers des hauts niveaux et des vallées secondaires.

» L'homme et les animaux de l'âge de pierre étaient fort nombreux sur les plateaux tertiaires, et cependant les ossements et autres débris sont rares dans les petites vallées, parce qu'elles sont trop étroites et ne renferment pour ainsi dire pas de graviers. Les graviers des vallées principales étaient, au contraire, très-bien disposées pour recevoir ces débris, puisqu'ils sont à très-faible pente, et que les thalwegs sont sinueux.

» Sur une seule plage de gravier de la vieille Seine, à Levallois-Clichy, à l'aval du tournant du bois de Boulogne, un seul chercheur, M. Reboux, a recueilli plus de quatre mille silex taillés par l'homme. J'ai découvert de nombreux ateliers de fabrication d'outils en silex sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne. Aujourd'hui les traces de l'existence de l'homme se trouvent partout.

» L'étude complète de la faune parisienne fait ressortir les lois suivantes, qui ont été annoncées dans les premières parties : les ossements se sont conservés, surtout dans les anses et à l'aval de la rive convexe des tournants, c'est-à-dire sur les points où se portent habituellement les alluvions; on ne les rencontre que dans les graviers de fond, l'alluvion en est presque toujours dépourvue; par conséquent, les graviers de fond ont formé longtemps le lit d'un cours d'eau permanent, qui a été remblayé rapidement par l'alluvion.

» La faune parisienne est presque identique dans les hauts et bas niveaux; on y a recueilli beaucoup de débris d'animaux considérés jusqu'ici comme appartenant à l'époque pliocène, notamment des ossements des *Rhinoceros etruscus* et *Merckii*, du *Trongontherium*, du *Kuon*, etc. (1).

» La grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre est prouvée par la présence de l'hippopotame; de plus, ce monstrueux pachyderme n'aurait pu vivre dans ces cours d'eau, si les hivers avaient été aussi rigoureux qu'aujourd'hui.

(1) Les principaux gisements explorés jusqu'ici à Paris sont : pour les hauts niveaux, les graviers de Montreuil et les limons de la Bièvre vers Gentilly; et, pour les bas niveaux, les anses de Paris et de Grenelle, et les sables du tournant du bois de Boulogne, à Levallois et à Clichy. Des découvertes très-nombreuses ont été faites dans ces diverses localités, notamment à l'aval du tournant du Champ-de-Mars, à Grenelle, par M. Martin; à l'aval du

» De même, le renne et la marmotte n'auraient pas habité nos plaines si les étés avaient été aussi chauds que de nos jours. Il est probable que la température moyenne ne dépassait pas 8 degrés C. dans cette saison, ce qui prouve que le niveau des neiges éternelles s'élevait à 1400 mètres environ, et que l'époque quaternaire correspond à l'ère glaciaire (1). »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des marées; par* **M. Roumiantzoff.**

« Par suite de la différence de l'attraction qu'exercent la Lune et le Soleil sur les différents points du sphéroïde terrestre, ces points tendent à osciller autour de leur position d'équilibre. Mais, comme les forces dont il s'agit sont infiniment petites comparativement aux liaisons du système, il n'est pas possible ni d'affirmer en théorie, ni d'observer directement les mouvements finis d'une molécule. L'analyse des vibrations infiniment petites suppose que chacune des molécules est libre, car les liaisons de système ne sont pas interrompues; les vibrations de la molécule sont déterminées par la force de la gravitation et la différence entre l'attraction des deux astres; la projection de la résultante des forces sur la normale ne permet pas d'admettre un déplacement, la projection sur la tangente démontre comme possible le déplacement de la molécule sur sa surface de niveau. On peut ainsi établir l'équation, en fonction des coordonnées des

---

tournant du bois de Boulogne, à Levallois-Clichy, par M. Reboux, et au fond de l'anse de Montreuil par moi.

M. Martin a trouvé de nombreux ossements humains dans l'alluvion qui remplit le dernier des grands lits de la Seine à Grenelle. M. Bertrand a découvert un crâne et divers ossements humains à Clichy, dans le gravier de fond.

Les mêmes faits se constatent dans le reste de la vallée de la Seine, et dans celles de la Marne, de l'Oise et de l'Aisne. Les découvertes y sont nombreuses quand ces vallées sont sinueuses, et rares quand elles sont rectilignes.

La vallée d'Oise est une des plus riches en ossements; la faune est presque la même que celle de la vallée de la Seine, et les ossements y sont déposés dans les mêmes conditions. La plus riche sablière est celle de l'anse de Viry-Noureuil.

Les coquilles fluviatiles et terrestres se recueillent en grand nombre dans les sablières des anses des hauts niveaux, et sont plus rares dans les sablières des bas niveaux. On trouvera dans les pièces annexes un Mémoire très-intéressant de mon parent et ami M. Bourguignat, donnant le catalogue des coquilles trouvées dans les graviers de hauts niveaux entre Joinville-le-Pont et Montreuil.

(1) Le manuscrit de cet ouvrage a été remis à la Société géologique le 21 janvier 1867. Il n'a été publié qu'en septembre 1869.

astres et de la molécule, de la courbe différentielle, que chaque molécule du sphéroïde terrestre tend à décrire en une certaine période de temps. Conformément au principe de l'illustre Laplace, les vibrations sont périodiques, comme les forces qui les produisent; chaque molécule devient centre des forces qui lui sont appliquées ou des vibrations qu'elle reçoit.

» Quoique les lois des vibrations soient identiques pour toutes les molécules matérielles dont se compose le sphéroïde terrestre, il est indispensable d'étudier le caractère de la propagation des vibrations dans un liquide, pour comprendre comment les vibrations infiniment petites des eaux de l'Océan produisent des mouvements finis dans les baies. Les grandes marées dans les ports sont évidemment secondaires, comparativement aux vibrations qui se produisent dans l'Océan, et nous pouvons négliger l'action directe des astres sur les eaux d'une baie, à cause de la masse peu considérable d'eau qu'elles contiennent. C'est pour cette raison qu'il n'existe pas de marées dans les petites mers et dans les lacs. Les bords de l'Océan forment des quantités de bancs, des baies et d'autres bassins, dont le fond descend obliquement jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'Océan. Les vibrations moléculaires de toute la masse d'eau de l'Océan, se propageant jusqu'aux bords, rencontrent des résistances, sont repoussées par les plans inclinés de la surface du fond, et, par suite du principe de la conservation de mouvements, la somme des forces vives de la grande masse se communique à la petite masse d'eau dans la baie. La quantité de mouvement que chaque molécule reçoit sera considérable, comparativement aux liaisons du système; et nous aurons à étudier ici des déplacements moléculaires finis et leur propagation dans le bassin. La vitesse du courant sera d'autant plus grande que la section verticale du bassin sera plus petite; pour chaque point les courants seront périodiques comme les forces ou les vibrations qui les engendrent. Les irrégularités dans cette périodicité s'expliquent facilement par le relief particulier du fond et la configuration des bords. Les courants se propageant jusqu'aux bords, rencontrant une résistance, dépensent leur force vive à élever le niveau, de telle sorte que nous pouvons observer ici une hauteur correspondant à une vitesse donnée.

» D'après les observations, le phénomène de marées se passe ainsi :

» Partout où l'on a pu observer le phénomène, on remarque un flot à la surface comme à une certaine profondeur, un flot dont la vitesse, la direction et la périodicité sont dans un rapport déterminé avec la position des astres. En même temps que le courant se dirige vers le bord, le niveau des eaux s'élève jusqu'à ce que les courants contraires, par suite de la dif-

férence de niveau, ne le surpassent en intensité. Le jusant continue jusqu'à ce qu'il ne s'établisse un même niveau dans la baie et dans l'Océan. Le phénomène qui se produit sur les bancs, loin des bords, est surtout commode pour étudier les lois des marées, car il ne s'y complique pas par les oscillations de niveau.

» J'indiquerai ici quelques-unes des principales conclusions, qui résultent de l'explication que je présente :

» 1° Les vibrations des eaux de l'Océan et les oscillations de niveau près des bords ne peuvent pas être considérées dans les mêmes équations différentielles de mouvement. En effet, dans le premier cas, nous pouvons négliger les résistances, car les mouvements sont infiniment petits, tandis que, dans le second cas, l'oscillation du niveau est produite par des résistances à un courant d'une vitesse considérable. C'est en cela que consiste l'erreur des théories qu'on a proposées jusqu'ici.

» 2° Les éléments principaux pour la comparaison des observations avec les résultats de la théorie sont : le moment et la valeur du maximum de vitesse du flot.

» 3° La loi du changement de direction du flot, pour tous les points ouverts de l'Océan, est la suivante : de l'ouest, dans la direction sud-est, sud, sud-ouest, dans les latitudes moyennes de l'hémisphère boréal ; et de l'ouest dans la direction nord-est, nord, nord-ouest, dans l'hémisphère austral, c'est-à-dire celle qu'indiquait Laplace pour les vibrations infiniment petites de l'Océan.

» 4° L'oscillation de niveau est un phénomène secondaire, qui dépend des bords et qui est déterminé par l'intensité, la direction et la durée du flot.

» 5° La valeur de l'établissement du port est formée de l'intervalle entre le moment du passage des astres et du moment du maximum de vitesse du courant vers le bord, et en même temps de l'intervalle entre le moment de l'eau pleine et le maximum de la vitesse du courant, intervalle qui dépend des conditions du bord. Ainsi s'expliquent les variations graduelles des établissements du port sur les continents et leur différence fortuite sur des points très-rapprochés.

» 6° Le niveau normal de l'Océan, dans un port en communication directe avec l'Océan, est le niveau de la plus basse mer observé pendant la syzygie. On comprend ainsi pourquoi le niveau moyen n'est pas le même dans les différents ports et pourquoi il n'est pas constant dans un même port.

» Il est possible de donner une explication physique de toutes les parti-

cularités du phénomène des marées, et d'en déduire géométriquement les lois. Il serait trop long d'énumérer ici toutes les conséquences qui découlent de la théorie dont il a été parlé plus haut. J'indiquerai seulement l'explication du retard du maximum de la hauteur de la pleine eau sur le jour de syzygie, qui est constant pour un même port, mais variable d'un port à l'autre. Je poserai en principe que :

» (*a*) L'analyse des forces actives nous montre que le plus grand maximum de l'action des forces arrive au jour de la syzygie; mais la diminution des forces se produit plus lentement les jours qui suivent le jour de la syzygie;

» (*b*) D'après le principe de Laplace, les flots sont périodiques, comme les forces qui les produisent;

» (*c*) Dans les baies on observe une certaine hauteur correspondante au maximum de la vitesse et qui sera moindre que la hauteur des marées après le jour de la syzygie; mais la plus grande élévation du niveau dépend aussi de la durée d'un courant de vitesse suffisante : il sera donc plus grand le lendemain de la syzygie.

» En partant de là, on peut construire géométriquement la démonstration du phénomène.

» L'explication du retard du minimum sur le jour de quadrature est semblable à la précédente. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur les spectres de l'azote;* *par* M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« 1. Dans la séance du 25 avril dernier, M. Faye a résumé des expériences importantes de M. Wüllner, donnant de nouvelles preuves de la pluralité des spectres produits par un même gaz placé dans des conditions physiques différentes.

» Ce résultat me paraît en effet d'accord avec les faits connus en analyse spectrale; j'ai moi-même insisté sur la variabilité des spectres, soit des gaz permanents (azote), soit des sels métalliques (1) (sels de strontium, manganèse, etc.). Je partage donc entièrement, sur ce point, l'opinion du savant expérimentateur; mais je ne m'explique pas comme il paraît le faire, d'après le résumé de M. Faye, le passage du spectre de l'azote du premier au second ordre, passage qui aurait lieu lorsqu'on dépasse la

(1) *Comptes rendus*, 6 décembre 1869.

pression de $0^m,50$ de mercure. M. Wüllner aura sans doute opéré avec un tube dont les électrodes étaient fixes. Si, lorsque la pression augmente, on prend soin, au contraire, de rapprocher graduellement les électrodes, on évite la formation du spectre de second ordre, qui est celui du *trait de feu* (*voir* ma Note du 6 décembre 1869). J'ai pu ainsi pousser la pression jusqu'à 2 atmosphères, sans voir apparaître les raies brillantes du spectre de second ordre.

» 2. La pression agit donc surtout ici en augmentant la résistance, et, par suite, en s'opposant à la facile formation de l'*auréole;* mais elle ne paraît point avoir, sur le changement du spectre, une action directe (dans les limites de mes essais); car, lorsqu'on opère à l'air libre, elle est évidemment la même, que les électrodes soient distantes de quelques millimètres ou de plusieurs centimètres. Il suffit d'opérer dans un tube vertical fermé en haut mais *ouvert en bas*, pour augmenter de beaucoup la distance à laquelle on peut placer les électrodes l'une de l'autre, sans provoquer l'apparition du *trait de feu*. Dans une expérience, j'ai trouvé, pour les distances auxquelles on voyait apparaître les premières traces du spectre de second ordre : à l'air libre, 5 millimètres; dans le tube ouvert, $12^{mm},7$. Cet effet provient évidemment de ce que, à l'air libre, l'auréole est naturellement *insufflée* par les courants d'air, produits principalement par l'échauffement dû à la décharge.

» 3. Malgré l'apparition du spectre de second ordre, celui du pôle négatif persiste, tout en s'affaiblissant.

» 4. Il suffit de placer une interruption dans le circuit induit, pour provoquer l'apparition du trait de feu entre des électrodes trop voisines pour le donner autrement.

» 5. En plaçant d'avance les électrodes à une distance telle que le trait de feu n'apparaisse pas, même à 2 atmosphères, et arrivant lentement à cette pression en partant d'un vide de quelques centimètres de mercure, on observe que la lumière s'affaiblit considérablement, mais que le spectre ne change point de caractère. Si alors on écarte les électrodes sans altérer la pression, le trait de feu et son spectre se forment aussitôt.

» 6. Je conclus de tout ceci que le changement des spectres de l'azote (et sans doute des autres corps) dépend plus directement des variations de température que de celles de la pression, et que, dans l'état actuel de l'analyse spectrale, il faut user de beaucoup de réserve pour ce qui est de l'application de cette science à la détermination des pressions supportées par la masse gazeuse d'une nébuleuse ou par les diverses parties de l'atmosphère solaire. »

PHYSIQUE. — *Sur le maximum de densité et sur la température de congélation des solutions d'alcool dans l'eau.* Note de M. FR. ROSSETTI, présentée par M. Regnault.

« Dans les volumes X, 1867, et XIII, 1868, les *Annales de Chimie et de Physique* ont déjà publié les résumés de deux Mémoires du même auteur relatifs à l'eau distillée et à plusieurs solutions salines. La méthode suivie dans le présent travail a été décrite dans ces résumés, et nous y renvoyons les lecteurs. Le travail même, en grande partie, a été exécuté, sous la direction du professeur, par ses élèves MM. Narcan et Bellati.

» Après avoir déterminé le coefficient de dilatation de l'instrument, on l'a soumis à une vérification expérimentale avec l'eau distillée. On a fait ensuite plusieurs expériences sur des mélanges d'alcool absolu et d'eau, en déduisant de la courbe relative à chaque solution alcoolique la température du maximum de densité. On a fait aussi des expériences très-soignées pour la détermination du point de congélation. A ce propos, l'auteur fait observer que le liquide doit être continuellement agité pendant l'expérience: sans cela, on pourrait avoir des indications erronées. En effet, en laissant tranquille la solution sur laquelle on opère il arrive, comme pour l'eau, que sa température peut être abaissée de plusieurs degrés au-dessous du point de congélation, avant que la congélation se manifeste. C'est ce fait qui est arrivé sans doute à M. Recknagel (voir *Repertorium der Physik von Carl*), qui a trouvé — 19 degrés C. pour température de congélation du mélange alcoolique contenant 20 pour 100 d'alcool, tandis que M. Rossetti, par des expériences répétées, a trouvé — 12 degrés C. pour un mélange presque identique. Voici les résultats obtenus :

Poids de l'alcool dissous dans 100gr de dissolution.	Température du maximum de densité.	Température de congélation.
	°	°
0	4,12 C.	0
5,85	3,17	— 2,63 C.
7,80	1,82	— 3,54
9,75	— 0,19	— 4,45
14,62	— 8,48	— 7,47
19,5	»	— 12,10

» La discussion de ces résultats conduit aux conclusions suivantes :

» 1° L'abaissement au-dessous de zéro de la température de congélation, dans les solutions alcooliques, est directement proportionnel à la quantité d'alcool mélangé à l'eau dans les mélanges qui contiennent moins de

10 pour 100 d'alcool. Cet abaissement est de 0°,45 C. pour chaque gramme d'alcool contenu dans 100 grammes du mélange.

» 2° Dans les mélanges qui contiennent au delà de 10 pour 100 d'alcool, le point de congélation s'abaisse plus rapidement que le poids de l'alcool dissous.

» 3° La température du maximum de densité diffère très-peu de celle de l'eau distillée, pour les mélanges qui contiennent moins de 2 pour 100 d'alcool.

» 4° Dans les mélanges qui contiennent au delà de 2 pour 100 d'alcool, le rapport entre l'abaissement de la température du maximum au-dessous de 4 degrés C. et la quantité de l'alcool dissous n'est pas constant; mais il augmente toujours. La même chose a été rencontrée dans les expériences relatives aux solutions salines, mais dans les mélanges alcooliques les températures du maximum s'abaissent beaucoup plus rapidement.

» 5° La courbe des maxima est une parabole représentée par l'équation

$$y = -0,295x + 0,076x^2,$$

dont les ordonnées donnent l'abaissement de température du maximum correspondant aux solutions qui contiennent la quantité d'alcool indiquée par les abscisses.

» 6° La solution qui contient 14,4 pour 100 d'alcool a son point de congélation qui coïncide avec la température du maximum, c'est-à-dire — 7°,35 C. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Pettigrew. Lettre de **M. Marey** à M. le Secrétaire perpétuel.

« C'est à regret que j'ai tardé si longtemps à répondre à une Note de M. L.-B. Pettigrew, en date du 18 avril dernier. L'auteur de cette Note revendiquait la priorité de la description du parcours en 8, décrit par l'aile de l'insecte pendant le vol. A l'appui de sa réclamation, l'auteur rappelait divers passages d'un Mémoire qu'il a adressé à l'Académie.

» J'ai pris connaissance de ce Mémoire, et j'ai constaté qu'effectivement M. Pettigrew a vu avant moi, et représenté dans son Mémoire, la forme en 8 du parcours de l'aile de l'insecte; que la méthode optique à laquelle j'avais recours est à peu près identique à la sienne, mais que nous différons entierement sur l'interprétation de la trajectoire que nous avons vue tous

deux. Notre désaccord porte sur le sens du mouvement de l'aile pendant son parcours, sur la cause de ses changements de plan et des inflexions de son trajet, que j'attribue à la résistance de l'air. Enfin, généralisant sa théorie des mouvements de l'aile, l'auteur anglais assigne à l'aile de l'oiseau la même trajectoire qu'à celle de l'insecte, tandis que j'ai montré, dans mes cours au Collége de France (et publié l'an dernier dans la *Revue des cours scientifiques*), que l'aile de l'oiseau se meut suivant une sorte d'ellipse dont le grand axe serait presque vertical.

» En présence de ces désaccords, j'ai cru devoir m'adresser directement à M. Pettigrew, pour lui exposer la complexité du débat, et lui demander comment je pourrais répondre à sa juste réclamation, sans entrer dans une discussion qui compliquerait inutilement la question.

» C'est aujourd'hui seulement que je reçois la réponse du physiologiste d'Édimbourg. Il tient à constater simplement « qu'il a décrit et figuré avant » moi le trajet en 8 des mouvements de l'aile de l'insecte, et la courbe spi» rale et ondulatoire que décrit l'aile chez l'insecte, l'oiseau et la chauve» souris, quand ces animaux volent avec une grande vitesse horizontale. »

» Cette remarque n'avait-elle pas été faite par d'autres naturalistes, personne n'oserait l'affirmer; mais en tout cas, je m'empresse de satisfaire à cette demande légitime, et je laisse entièrement la priorité, sur moi, à M. Pettigrew, relativement à la question ainsi restreinte.

» J'espère pouvoir bientôt soumettre à l'Académie mes expériences sur l'analyse des mouvements de l'oiseau pendant le vol, afin qu'elle puisse juger la valeur des procédés que j'ai employés dans cette détermination. »

GÉOLOGIE. — *Emploi du silicate de potasse pour donner de la solidité aux ossements fossiles.* Note de **M. Farez.**

« La fragilité et la friabilité des ossements fossiles sont des inconvénients sérieux, qui s'opposent fréquemment à la reproduction par le moulage. Les pièces osseuses fossiles qui arrivent dans nos Musées sont souvent en fragments partagés que les préparateurs rétablissent difficilement dans leur état primitif, faute d'une substance adhésive convenable.

» Les divers procédés qui ont été pratiqués jusqu'aujourd'hui présentent des inconvénients nombreux, soit que l'humidité ou la chaleur déterminent le décollage, soit que les substances adhésives laissent un vernis, soit qu'elles empâtent des formes qu'il importe avant tout de respecter. Le procédé de silicatisation des pierres calcaires imaginé par M. Kuhlmann m'a

paru devoir présenter ici une heureuse application. La porosité des pièces et leur nature intime même m'étaient de sûrs garants de réussite.

» J'ai employé des solutions de silicate de potasse à environ 30 degrés Baumé, puis à des états de concentration plus élevée, jusqu'à l'état sirupeux même. C'est ce dernier état qui convient le mieux pour déterminer une prompte adhésion des pièces entre elles. La solution peut, dans ce cas, être appliquée au moyen d'un pinceau que l'on promène sur les surfaces à souder; on rapproche les pièces, on essuie extérieurement, et la suture est à peine apparente. Un ossement d'*Ursus spelœus*, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et dont les divers fragments ont été réunis de cette façon, prouve que la suture est plus résistante que la matière même de l'os.

» Les pièces très-poreuses et souvent fort délicates, les tissus aréolaires, les squelettes d'oiseaux, de petits rongeurs, etc., plongés à plusieurs reprises dans des solutions plus fluides, et essuyés après chaque opération, acquièrent une dureté et une résistance très-remarquable. Les pièces ainsi préparées résistent à toutes les influences atmosphériques, et n'ont plus à redouter les manipulations auxquelles il faut les soumettre pour leur reproduction par le moulage.

» Le silicate de potasse a le mérite de s'employer à froid, il pénètre facilement les pièces, détermine une solide adhésion des divers fragments: il suffit d'essuyer, à leur sortie du bain, les surfaces plongées dont on veut conserver le mat et l'aspect naturel (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Composition du gaz de la Fontaine ardente de Saint-Barthélemy (Isère)*; *par* **M. F.-M. Raoult.**

« Cette fontaine ardente n'est autre chose qu'une source de gaz inflammable. Elle se trouve à 25 kilomètres sud de Grenoble, sur le territoire de la commune de Saint-Barthélemy, au fond d'un ravin creusé dans un terrain schisteux, et à une altitude d'environ 300 mètres au-dessus de la Gresse, qui coule non loin de là. Lorsque j'y suis allé, le 26 avril dernier, le temps était très-sec; le gaz était allumé; il sortait de terre par une multitude de fentes et par des petits trous, disséminés sur une surface presque verticale, de 1 mètre carré environ; la flamme, en quelques points, atteignait une hauteur de 30 à 40 centimètres; elle était inodore.

---

(1) La solution de silicate de potasse à 35 degrés Baumé vaut aujourd'hui, dans le commerce, 25 centimes le kilogramme.

» Pour recueillir le gaz, j'ai d'abord dû l'éteindre. J'y suis aisément parvenu, en jetant de l'eau sur la terre brûlante; il s'est immédiatement produit des torrents de vapeur, qui ont étouffé le feu. Ce résultat obtenu, un entonnoir de verre fut appliqué sur le trou par où sortait le plus grand jet de flamme; les bords en furent soigneusement recouverts de plâtre, pour le fixer au sol et empêcher les fuites. Environ une heure après, la terre étant refroidie et devenue inodore, la queue de l'entonnoir fut munie d'un tube de caoutchouc et mise ainsi en communication avec un chapelet de tubes effilés aux extrémités, destinés à contenir le gaz. Le courant gazeux fut continué pendant une demi-heure, puis les tubes furent légèrement chauffés, scellés au chalumeau, et séparés.

» Voici la composition de ce gaz :

Acide carbonique	0,58	volumes.
Azote......................	0,48	»
Oxygène....................	0,10	»
Gaz des marais (CH^4)........	98,81	»
Erreur et perte............	0,03	»
Somme égale.....	100,00	volumes de gaz *sec*.

» Le gaz analysé est donc du *gaz des marais* à peu près *pur;* les gaz mélangés avec celui-ci sont en si petite quantité, qu'on peut croire leur présence accidentelle. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *La machine à coudre et la santé des ouvrières;* *par* **M. E. Decaisne.**

« *Conclusions.* — De mes observations, recueillies sur 661 femmes travaillant à la machine à coudre, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les effets du travail à la machine à coudre sur le système locomoteur, ne diffèrent en rien de ceux qui sont produits par tout travail musculaire excessif, exerçant principalement certains membres à l'exclusion de certains autres. En effet, ces douleurs dans les muscles et aux reins, la courbature des cuisses, etc., n'existent pas chez les femmes qui ne travaillent que trois ou quatre heures par jour et disparaissent en général, après un certain temps, chez celles qui travaillent davantage.

» 2° Tout en admettant qu'un travail excessif peut et doit être chez la femme une cause puissante de trouble pour l'estomac, il m'est impossible d'accuser la machine à coudre de ces désordres digestifs qu'on rencontre à Paris, 16 fois sur 20, chez les ouvrières de tous métiers.

» 3° Si l'on compare, comme je l'ai fait, l'état de l'appareil respiratoire chez les ouvrières à la machine et celui des ouvrières qui travaillent à l'aiguille, on trouve que certaines affections des voies respiratoires, comme la dyspnée par exemple, se rencontrent dans la même proportion chez toutes les ouvrières indistinctement.

» 4° Comme influence sur le système nerveux, on a allégué le bruit que fait la machine. S'il est vrai que la trépidation produise un certain malaise dans les commencements, il est vrai aussi, de l'aveu de toutes les ouvrières, qu'elles s'y accoutument bien vite et qu'elle n'a aucun effet sur la santé.

» 5° Sans dire positivement que la machine à coudre soit étrangère à certaines excitations funestes, j'ai été conduit à admettre que les observations publiées à ce sujet et la généralisation qu'on a voulu en tirer n'ont aucune valeur. Là encore, et comme je le démontre dans mon travail, le mal a été rarement le fait de la machine à coudre, et presque toujours j'ai trouvé dans des habitudes antérieures, dans la perversion morale ou dans des troubles physiques particuliers, la raison des excitations auxquelles je fais allusion.

» 6° Une enquête rigoureuse m'a démontré que les ouvrières mécaniciennes n'étaient pas, comme on l'a prétendu, toutes choses égales d'ailleurs, plus sujettes que les autres ouvrières aux métrorrhagies, aux fausses couches, à la péritonite et à la leucorrhée, et que les faits qu'on invoque ne sont que de simples coïncidences et le résultat d'un travail au-dessus des forces de la femme.

» 7° S'il était d'ailleurs démontré que certains reproches faits à la machine à coudre peuvent avoir, dans quelques cas, une raison d'être, ils doivent tomber d'eux-mêmes devant l'emploi généralisé aujourd'hui de la vapeur et des divers moteurs inventés depuis quelques années, soit pour les ateliers, soit même pour les ouvrières en chambre, moteurs dont le prix tend à baisser chaque jour.

» Quant aux machines qui continuent à avoir la femme pour moteur, les machines à pédales isochrones doivent être préférées aux machines à pédales alternatives. On mettra par là les ouvrières à l'abri de toute excitation.

» 8° En somme, nous croyons avoir démontré que la machine à coudre ayant la femme pour moteur, quand elle est employée dans des mesures raisonnables et sans surmener l'ouvrière, comme on le fait trop souvent, n'a pas plus d'inconvénients pour la santé que le travail à l'aiguille. Ce qui

le prouve, c'est qu'il nous a été impossible de constater, sur 28 femmes de 18 à 40 ans, travaillant trois à quatre heures par jour, aucun effet quelconque qu'on pût rapporter à la machine à coudre. »

ANATOMIE. — *Sur le pancréas des poissons osseux, et sur la nature des vaisseaux découverts par Weber.* Note de **M. S. Legouis**, présentée par M. Aug. Duméril.

« La croyance à l'existence, chez les poissons osseux, d'un organe spécial, réservé à la fonction pancréatique, se trouve dans tous les auteurs du commencement du siècle. Depuis lors, cette opinion s'est maintenue dominante, malgré l'impuissance de tous et des plus habiles à isoler cet appareil présupposé. Deux véritables pancréas (*Silurus glanis :* Brandt et Ratzebürg, *Esox lucius :* Alessandrini), et, dans une douzaine d'espèces, des granulations présumées pancréatiques : Brockmann, mais aussi insuffisantes pour un tel rôle que complétement inétudiées au point de vue histologique : tel était, il y a cinq ans, tout l'avoir positif de la science. La seule conclusion plausible était : la non-existence, en général, d'un pancréas, du moins d'un pancréas efficace. On supposait néanmoins la fonction remplie par une extension d'activité des sucs digestifs.

» D'autre part, Weber avait vu se rendre, du foie de la carpe à l'intestin, deux systèmes de canaux, très-différents d'aspect. Il insinue que ce foie pourrait fournir de la bile à l'un et du suc pancréatique à l'autre : conception contradictoire que M. Bernard rejette hautement; mais l'éminent physiologiste a lui-même retrouvé, sur d'autres espèces, ce second système de tubes, qu'il juge « un appareil inconnu », et que, comme tels, je dénommai « canaux de Weber », au début de mes recherches.

» Elles commencèrent en 1865, je les poursuis encore. Les Cyclostomes, féconds en difficultés et peut-être en singularités étonnantes, étant mis à part, j'ai vu, jusqu'ici, quarante-trois espèces, représentant les familles principales, variées d'habitat et de provenance (Paris, Normandie, aquarium de Concarneau). Enfin, il est telle espèce (Maquereau, Sardine) dont il m'a fallu sacrifier plus de cent individus, pour parvenir à la connaissance un peu détaillée de son système pancréatique. Parmi tant d'observations, il n'y a pas un seul fait dissonant, et toutes celles des auteurs s'expliquent par les miennes sans effort.

» Les canaux de Weber existent dans tous les osseux, toujours invisibles à la manière des lymphatiques moyens, chez la plupart des espèces, nacrés

parfois dans un petit nombre d'autres (Carpe commune, Turbot). On est frappé de les voir s'aboucher constamment au duodenum, plus ou moins près du cholédoque, souvent par une ampoule. Dans quelques espèces à intestin contourné, ils dessinent une arborisation extrêmement étendue et fort élégante (Bar, Muge). Il n'est guère de sinus intestinal où ne se glisse quelque ramuscule de ce système; il s'engage entre les appendices pyloriques (Zée, Maquereau), associe ses principaux troncs au cholédoque, aux veines splénique et mésentérique, à la veine-porte qu'il suit jusque dans la masse du foie; jamais il ne pénètre dans aucun autre viscère; il reste d'ordinaire logé dans l'épaisseur des membranes péritonéales, mais ce qui domine l'histoire de ces tubes, c'est leur relation avec le pancréas.

» Je n'ai pas rencontré d'espèce qui n'en ait un, et même un considérable, quelle que soit la dispersion de ses éléments. Cependant la disposition qu'affecte cette glande est si variable entre espèces voisines, et même entre individus d'une même espèce, elle s'écarte d'ordinaire si profondément des analogies fournies par les autres classes; le plus souvent enfin, l'organe se dissimule si bien dans la masse viscérale, se perd si complétement dans l'intérieur du foie, se cache si parfaitement sous les dépôts graisseux dont il offre presque la couleur, que je ne m'étonne guère de l'insuccès des recherches dont il fut l'objet.

» Les Plagiostomes seuls possèdent un pancréas de tous points semblable à celui des autres vertébrés.

» Pour plus de clarté je distingue trois formes : une disséminée, une diffuse, une massive.

» *Pancréas disséminé.* — Les lames hépatique, splénique et intestinale du péritoine sont, surtout dans quelques espèces (Bar, Lump, Sardine, Prêtre, Loche, etc.), semées de globules glandulaires. Chacun de ces corpuscules est un pancréas, et, généralisant cet énoncé, on peut affirmer que toute glande ou glandule, nettement distincte, le foie excepté, isolée d'ailleurs ou engagée que l'on rencontrera dans les membranes des viscères digestifs abdominaux, quels que soient son aspect, son volume, sa place, est un pancréas; toujours elle sera reliée au duodenum par un appareil excréteur. Dans chaque espèce, la région qu'occupent ces systèmes de glanules paraît invariable, mais la place de chaque grain, non plus que son volume, n'a aucune fixité en général.

» *Pancréas diffus.* — La seconde forme, plus fréquente et plus remarquable, est lamellaire, et rappelle les pancréas du Lapin. C'est, en réalité, une toile glandulaire beaucoup plus légère encore, au point d'être presque

toujours absolument invisible, souvent nué, parfois perdue dans le tissu adipeux. L'étude seule des canaux de Weber pouvait en révéler l'existence; toutefois on arrive, avec l'habitude, à la reconnaître, du premier coup d'œil, dans quelques espèces (Congre, Grondin, Spare, etc.). J'ai constaté, avec étonnement, l'étendue vraiment prodigieuse de cette surface pancréatique; souvent, elle s'étale dans les mésentères (Aiguillette), s'enfonce dans toutes les anses, envoie des expansions rubanées dans les interstices, ou accompagne de préférence les veines (Épinoche), les recouvrant parfois d'une sorte d'enduit, remonte dans la courbure stomachale jusqu'à la membrane diaphragmatique, et se retrouve encore tout près du cloaque, occupe les vides entre les appendices; enfin, on peut dire, sans exagération de certaines espèces (Carangue), que les viscères de la masse gastro-intestinale sont plongés dans un milieu pancréatique. Un peu altéré, ce tissu ressemble à la graisse avec laquelle il a toujours été confondu; en réalité, la graisse fait souvent défaut, toujours le pancréas abonde. La nappe pancréatique se renfle ordinairement au voisinage du chlolédoque et en d'autres points; ce sont autant de foyers à partir desquels elle s'irradie en s'amincissant dans toutes les directions qu'elle trouve ouvertes; elle tapisse très-souvent la vésicule du fiel; il n'est pas rare de la retrouver dans la substance du foie; jamais elle ne tapisse ni ne pénètre aucun autre viscère.

» *Pancréas massif.* — Enfin, quelques rares osseux ont un organe pancréatique semblable à celui des vertébrés supérieurs (Silure, Brochet, Anguille).

» Ces trois formes sont presque toujours associées, au moins deux à deux.

» Je dois d'avoir saisi le plan du pancréas à l'étude des canaux de Weber; ils ne sont, en effet, autre chose que les conduits sécrétoires des deux premières formes pancréatiques. Il n'y a point de rameau Wébérien qui n'aboutisse à un noyau glandulaire, visible ou microscopique. Pour trouver le pancréas invisible d'une espèce non étudiée, c'est toujours le système de Weber que maintenant je cherche d'abord. On comprend que ce système excrétoire ne peut convenir à la forme massive. Les tubes de Weber, n'étant donc que de simples canaux pancréatiques, doivent perdre ici le nom distinctif que j'avais été conduit à leur attribuer tout d'abord.

» J'ai acquis la conviction que chez nombre d'espèces les glandes pancréatique et hépatique sont encore à l'état de progrès dans l'adulte; cela explique la pénétration apparente du pancréas dans le foie. Elle résulte de la rencontre des deux tissus allant l'un au devant de l'autre : l'un, épais et englobant; l'autre, lamellaire, et qui sera nécessairement enveloppé.

» L'idée de relier le tube de Weber au pancréas a donc supprimé deux anomalies, l'existence du tube et l'absence du pancréas.

» J'espère avoir ainsi, avec le secours du *Dominus Deus Scientiarum*, — aussi nécessaire aux plus humbles travaux que pour les plus grandes découvertes, — ramené la synthèse de ce sujet à ces deux lignes : les poissons osseux, comme tous les autres vertébrés, ont un pancréas en rapport avec leur mode d'organisation. »

M. Leray communique à l'Académie une théorie de l'élasticité des milieux, déduite de ce principe que, au sein de l'éther non influencé par les corps environnants, il existe des courants égaux qui se croisent dans toutes les directions.

Il s'attache particulièrement à démontrer que, si un atome d'un milieu élastique se rapproche ou s'éloigne d'un autre atome suffisamment voisin, il en résulte entre eux une force répulsive dans le premier cas et attractive dans le second.

Il annonce que ses calculs conduisent à une expression de cette force élastique, de même forme que celle qui sert de point de départ à la théorie mathématique de l'élasticité.

M. Greil adresse, de Foix, une Note concernant la solution du problème qui consiste à trouver trois nombres entiers, tels que le carré de l'un soit égal à la somme des carrés des deux autres.

M. Trémaux adresse une Note relative à diverses questions concernant les mouvements des planètes, et en particulier à la relation qui existe entre leurs densités et leurs distances au Soleil.

M. Trémaux joint à cet envoi celui des premières épreuves d'un ouvrage qu'il prépare, sur différentes questions de Physiologie générale.

M. P. Guyot adresse une Note « sur la recherche de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, au moyen de l'acide rosolique et du bromomercurate de potasse ».

M. Delaurier adresse la description d'une pile destinée aux sonneries et à la télégraphie.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 1er *au* 30 *avril*. Paris, 1870; in-4°. (Présenté par M. Delaunay.)

Traité de médecine opératoire. Bandages et appareils; par M. CH. SÉDILLOT, Correspondant de l'Institut, *et* M. L. LEGOUEST, 4e édition. Paris, 1870; 2 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

L'ancienneté de l'homme prouvée par la géologie; par sir Charles LYELL; *traduit, avec le consentement et le concours de l'auteur, par* M. M. CHAPER, 2e édition, revue, annotée et augmentée d'un *Précis de paléontologie humaine par* M. E.-T. HAMY. Paris, 1870; in-8° relié. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Commerce du Puy, t. XXIX, 1868. Le Puy, 1869; in-8°.

Revue des travaux relatifs à la géologie et à la paléontologie de la Suisse pendant l'année 1869; *par* M. E. FAVRE. Genève, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives de la Bibliothèque universelle*.)

Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. XXXIV, 1867-1870. Bruxelles, 1870; in-4°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Collection in-8°, t. XXI. Bruxelles, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 38e année, 2e série, t. XXVII *et* XXVIII, 1869. Bruxelles, 1869; 2 vol. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1870, 36e année, 1870; in-12.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées, aux frais de l'État, par le Directeur A. QUETELET, t. XIX. Bruxelles, 1869; in-4°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. A. QUETELET, 1870, 37e année Bruxelles, 1869; in-18.

Observations des phénomènes périodiques pendant les années 1867 *et* 1868.

Bruxelles, sans date; br. in-18. (Extrait du tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*)

Notice sur le Congrès statistique de Florence en 1867; *par* M. A. QUETELET. Bruxelles, sans date ; br. in-4°. (Extrait du tome XI du *Bulletin de la Commission centrale de Statistique de Belgique.*)

Physique sociale, ou Essai sur le développement des facultés de l'homme; par M. AD. QUETELET, t. II. Bruxelles et Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Publication du tome XIX des *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, et du* tome II *de la nouvelle édition de la Physique sociale. Communication de* M. le Dr HANNOVER, de Copenhague, *sur le phénomène de la menstruation. Notes; par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Congrès international de Statistique des délégués des différents pays. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Statistique internationale de l'Europe : plan adopté par les délégués officiels des différents États, dans la septième session du Congrès international tenu à la Haye en septembre 1869; *par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Notices sur les aurores boréales des 15 *avril et* 13 *mai* 1869, *et sur le bolide observé à Bruxelles le* 31 *mai de la même année. Sur les météores observés à Moncalieri, Lettre de* M. F. DENZA. *Orages observés en Belgique en* 1868 *et* 1869. *Communications de* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date;

Sur les orages observés en Belgique pendant l'année 1868 *et le deuxième trimestre de* 1869; *Communications recueillies par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Sur les étoiles filantes du mois d'août 1869 *observées à Bruxelles, Note par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Note sur l'aurore boréale du 6 *octobre et les orages de* 1869; *par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

(Ces sept derniers ouvrages sont extraits des tomes XXVII et XXVIII des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Étude sur les Diatomacées; par M. Ch. MANOURY. Paris, 1870; br. in-4° avec planches.

Nivellement de précision de la Suisse, exécuté par la Commission géodésique fédérale sous la direction de MM. HIRSCH *et* PLANTAMOUR, 3e livr. Genève et Bâle, 1870; in-4°.

Remarque relative à une Note de M. FLAMMARION *sur la loi du mouvement de rotation des planètes; par* M. G. QUESNEVILLE. Paris, sans date; opuscule in-4°. (2 exemplaires.)

Le mouvement de rotation des planètes; par M. G. QUESNEVILLE. Paris, sans date; opuscule grand in-8°. (Extrait du *Moniteur scientifique.*) (2 exemplaires.)

Chemin de fer entre l'Angleterre et la France au détroit de la Manche. Exposé à l'Empereur. Comité scientifique international. Commission de surveillance, de souscription et d'études. Paris, sans date; br. in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale de Géographie*, t. XIV, n° 1. Londres, 1870; in-8°.

The... *Journal trimestriel de la Société géologique*, t. XXVI, 1re partie, n° 101. Londres, 1870; in-8°.

Records... *Journal du relevé géologique de l'Inde*, t. I, parties 1 à 3; t. II, 1re partie. Calcutta, 1868-1869; 4 br. in-8°.

Memoirs... *Mémoires sur le relevé géologique de l'Inde. Paléontologie indienne.* Calcutta, 1868; in-4° texte et planches.

Memoirs... *Mémoires sur le relevé géologique de l'Inde*, t. VI, 3e partie. Calcutta, 1869; in-8°.

Annual... *Rapport annuel sur le relevé géologique de l'Inde et le Musée géologique de Calcutta*, 1867. Calcutta, 1868; in-8°.

A contribution... *Contributions à l'histoire des Mollusques pélagiques; par le cap.* FRYER. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société asiatique du Bengale.*)

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. II, novembre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla... *Sur la scintillation des étoiles; par* M. le prof. L. RESPIGHI. Notes sans lieu ni date; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Delaunay.)

Sugli... *Sur les spectres prismatiques des corps célestes*, 3e Mémoire; *par* le P. A. SECCHI. Florence, 1870; in-4°.

Die... *Vaisseaux sanguins du placenta humain à l'état normal et anormal; par* M. J. HYRTL. Vienne, 1870; in-4° avec planches.

Die... *Les bulbes des artères placentaires; par* M. J. HYRTL. Vienne, 1869; in-4° avec planches.

Descripcion... *Description géologique minérale des provinces de Murcie et Albacète; par* MM. FR. DE BOTELLA *et* DE HORNOS. Madrid, 1868; 1 vol. in-folio avec planches.



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome XXXVI de ses « Mémoires » est en distribution au Secrétariat.

PHYSIQUE. — *Action de l'eau sur le fer et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer;* *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Les sciences mathématiques sont le développement suivant la logique humaine de quelques hypothèses ou axiomes, qui sont la création de notre esprit et dont les relations avec la nature qui nous entoure n'ont rien de nécessaire, quoique ces relations et l'observation du monde extérieur aient dû inspirer les premiers inventeurs de la Géométrie. Dans les sciences physiques, au contraire, notre esprit ne peut rien créer de ce qui fait le sujet de nos études, et l'hypothèse y est remplacée par le fait matériel qui est en dehors de nous. De là une différence profonde dans les méthodes que nous devons appliquer à la recherche de la vérité dans ces deux grandes branches du savoir humain.

» Dans les sciences physiques, toute hypothèse doit être rigoureusement exclue. L'hypothèse, j'ai déjà essayé de le démontrer, a été d'abord une

abstraction, c'est-à-dire une création de notre esprit, que, par habitude, nous avons transformée en réalité; elle a été une fiction à laquelle on a donné un corps : elle a toujours été inutile, elle a été souvent nuisible. Ces hypothèses ou les forces (car c'est tout un) qu'on appelle l'affinité et son antagoniste obligé, la force répulsive de la chaleur, la cohésion et tous ces agents particuliers, la force catalytique, la force endosmotique, les fluides impondérables, etc., toutes ces hypothèses n'ont servi qu'à éloigner de notre attention les véritables problèmes de la science. On les croit résolus parce qu'on a donné le nom d'une force à leur cause inconnue.

» La méthode dans les sciences physiques, méthode qui est toujours la même quand il s'agit de la matière, qu'elle soit inerte ou organisée, qu'il s'agisse du feu, des pierres ou des animaux, c'est la détermination précise et numérique, autant que possible, des ressemblances et des dissemblances, c'est enfin l'établissement des analogies d'où naissent les classifications. Toute théorie féconde est un bon système d'analogie, et je citerai comme exemple frappant la théorie la plus belle peut-être que nous ayons conçue, la théorie des ondulations. Elle n'a fait qu'établir les relations qui existent entre les phénomènes bien connus, presque tangibles, de l'acoustique, et les phénomènes plus mystérieux de l'optique.

» Ainsi la science du mathématicien a pris son sujet en lui-même, il n'admet que les hypothèses ou axiomes, création de son esprit. La science du physicien exclut l'hypothèse; car son sujet est en dehors lui, c'est la matière qu'il ne peut modifier dans ses propriétés essentielles, et à laquelle il ne doit rien prêter qu'elle ne possède manifestement. De plus, c'est par l'étude attentive et surtout par la mesure des phénomènes physiques, par la constatation fidèle de leurs analogies et de leurs différences, en cherchant enfin comment ils se lient entre eux, qu'on découvrira peut-être pourquoi ils se produisent.

» C'est là le but vers lequel je tends depuis quinze ans dans mon enseignement, soit à la Sorbone, soit à l'École Normale, soit à la Société Chimique. J'espère m'en rapprocher en publiant aujourd'hui les résultats d'un long travail entrepris depuis longtemps.

» J'ai étudié déjà (1) les analogies que présentent les phénomènes du changement d'état de la matière, la combinaison et la condensation des vapeurs, la décomposition et la volatilisation. En particulier, j'ai fait voir

(1) *Leçons sur la dissociation* faites en 1864 devant la Société Chimique; Paris, Hachette, 1866. — *Leçons sur l'affinité*, 1869; Hachette.

que la décomposition progressive d'une substance gazeuse était caractérisée par une tension de dissociation susceptible d'être mesurée en millimètres de mercure, comme la tension d'une vapeur. Les recherches de M. Debray (1), de M. Troost (2), de M. Hautefeuille (3), de M. Gernez (4), de M. Isambert (5), de M. Lamy (6), de M. Vicaire (7), les expériences de M. Cahours, de M. Wurtz et de M. Berthelot ont élargi cette voie, dans laquelle je me suis engagé de nouveau, en effectuant, au moyen de la mesure des tensions, le travail que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Il s'agit d'une question en apparence bien connue : l'action qu'exerce la vapeur d'eau sur le fer et sur les métaux, action sur laquelle Thenard avait fondé sa classification. Je l'ai étudiée à nouveau, en introduisant la mesure dans le système d'observation que je vais décrire.

» Je ne connais rien qui ait été publié dans la direction que je suis en ce moment. Je ne puis donc citer, dans une voie peu éloignée de la mienne, que les belles expériences de mon savant ami M. Debray (8), expériences qui lui ont fait découvrir la formation du protoxyde de fer par la réaction d'un mélange d'hydrogène et de vapeur d'eau, ou d'acide carbonique et d'oxyde de carbone sur le fer métallique.

» Les méthodes que j'emploie sont d'une grande simplicité et d'une application facile dans une foule de circonstances, de sorte que je crois utile de les décrire avec quelques détails.

» 1° *Appareils de réaction.* — L'eau qui doit être portée en vapeur sur le fer est placée dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités et recourbé en forme de cornue. Ce tube communique largement par une douille de cuivre avec un tube de porcelaine qui contient le fer, et ces deux parties de l'appareil sont réunies par un masticage absolument imperméable. L'autre bout du tube de porcelaine est également muni d'une douille de cuivre et mis en rapport avec un manomètre à air libre ou tube de verre de 90 centimètres de longueur plongeant dans une cuvette pleine de mercure. Une tubulure latérale, soudée en haut du manomètre, permet

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 603, et LXVI, p. 194.
(2) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 735 et 795; t. LXVII, p. 1195 et 1345.
(3) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 608 et 704.
(4) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 883, et LXIV, p. 606.
(5) *Annales de l'École Normale*, t. V, p. 129.
(6) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 347, et t. LXX, p. 393.
(7) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 118.
(8) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 1018.

de mettre l'intérieur de l'appareil en communication avec une machine pneumatique de Geissler ou de Sprengel (1). Une disposition plus facile à imaginer qu'à décrire me permet de remplir mes tubes d'un gaz quelconque et en particulier d'hydrogène pur. Les douilles qui terminent le tube de porcelaine à ses deux extrémités sont à double enveloppe et traversées constamment par un courant d'eau froide qui met obstacle à la fusion du mastic, quand on opère à une température élevée.

» La petite cornue de verre contenant l'eau plonge soit dans de la glace, soit dans de l'eau maintenue à une température constante, et toujours inférieure à la température ambiante, afin qu'aucune condensation de la vapeur ne puisse se produire hors de cette cornue.

» 2° *Appareils de chauffage.* — Pour toutes les températures auxquelles je soumets le fer, et qui sont inférieures à 300 degrés, je me sers d'un bain d'huile ou mieux de mercure chauffé par un bec de gaz dont le débit est réglé par l'excellent appareil de M. Schlœsing (2).

» Pour les températures fixes de 360 et de 440 degrés, je me sers des vapeurs du mercure et du soufre bouillants et placés dans une bouteille à mercure, comme dans les expériences sur les densités de vapeur que j'ai publiées avec M. Troost (3).

» Quand le fer ne doit pas être porté à plus de 440 degrés, je remplace le tube de porcelaine par un simple tube de verre large de 2 centimètres. A l'une de ses extrémités je le recourbe en forme de cornue, à l'autre extrémité je mastique l'appareil qui le met en communication avec le manomètre; au milieu, dans la partie chauffée, je place le fer contenu dans une nacelle de platine (4).

» Les températures fixes situées au-dessus de 440 degrés sont obtenues en chauffant le tube de porcelaine dans des vases où se produit de la vapeur de cadmium (860 degrés) et de la vapeur de zinc (1040 degrés). Le zinc est placé dans un creuset d'aciérie en plombagine qui contient 20 kilo-

(1) La pompe de Sprengel dont je me sers a été construite par l'habile ingénieur de Londres M. Harrisson. M. Alvergniat l'a très-heureusement modifiée pour l'adapter à mes appareils, pour lesquels je la préfère à la pompe de Geissler.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 205.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII, p. 257.

(4) Ce fer est obtenu en réduisant, vers 800 degrés, du sesquioxyde de fer obtenu par la calcination du nitrate pur. C'est une éponge métallique et brillante. A 440 degrés déjà l'oxyde de fer, formé par la décomposition de l'eau, peut se combiner avec la silice du verre qui prend alors une belle teinte jaune.

grammes de métal environ. A sa partie supérieure, le creuset est percé de deux trous qui laissent passer un tube de terre dans lequel on glisse le tube de porcelaine. Enfin, à 5 ou 6 centimètres au-dessus de ces trous, le creuset est fermé par un couvercle de creuset percé et surmonté d'un tube de terre dans lequel se fait la condensation du zinc. Le métal retombe ainsi dans le creuset au fur et à mesure que sa vapeur se liquéfie.

» La vapeur de cadmium se produit dans une bouteille à mercure, traversée près du col par un tube de fer rivé aux parois. C'est dans ce tube de fer qu'on place le tube de porcelaine de l'expérience. A l'extrémité supérieure de la bouteille on fixe verticalement un canon de fusil long de 50 ou 60 centimètres dans lequel s'effectuera la condensation de la vapeur de cadmium. Au point précis où s'arrête cette condensation, le tube cesse d'être rouge. Le creuset à zinc et la bouteille de cadmium sont placés, le premier en avant, dans un même fourneau chauffé au pétrole brut ou à l'huile lourde de gaz (1). Des robinets gradués donnent à l'huile minérale un débit connu et permettent de maintenir la température du fourneau au point précis qu'on désire obtenir, et cela avec une constance sur laquelle je n'aurais osé compter.

» Pour toutes les températures supérieures à 1040 degrés, je chauffe directement mes tubes de porcelaine dans la flamme de l'huile minérale et je maintiens la température constante au moyen de mes robinets gradués. On obtient ainsi le point de fusion du fer qui est inférieur au point de ramollissement complet de la porcelaine, quand celle-ci est épaisse et de qualité réfractaire.

» En résumé, je traite le fer, parfaitement pur, par de la vapeur d'eau à une tension et à une température connues, le fer étant maintenu lui-même à une température constante pendant toute la durée d'une même expérience, et pouvant varier d'une expérience à l'autre depuis 150 jusqu'à 1600 degrés environ. Dans ces conditions j'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° Quand on soumet un poids quelconque de fer à l'action de la vapeur d'eau, le fer est oxydé jusqu'à ce que la tension de l'hydrogène produit atteigne une valeur invariable, quand la température elle-même ne varie pas. Cette tension peut être une fraction très-petite de la pression barométrique.

---

(1) M. Wiessnegg, jeune constructeur, digne fils d'un père très-habile et très-estimé, m'a été extrêmement utile dans l'installation de ces appareils. *Voyez* dans les *Comptes rendus*, t. LXVIII, la description de ma grille pour le chauffage à l'huile minérale.

» La tension étant absolument indépendante de la quantité de fer mis en réaction, on peut dire que l'hypothèse introduite par Berthollet dans la science, sous le nom d'*action de masse*, ne peut en rien servir à l'explication du phénomène.

» J'ai déjà fait voir, dans mes *Leçons de la Société Chimique*, que l'influence des masses ou, plus correctement, du rapport des poids de matières réagissantes devait être écartée d'une manière à peu près absolue dans l'interprétation des phénomènes chimiques; car toutes les fois qu'elle a pu être contrôlée par une expérience critique ou par une mesure précise, cette idée s'est trouvée fausse. Un seul phénomène, celui qui m'occupe aujourd'hui, échappait à la démonstration que j'ai donnée. Mes expériences me permettent de rejeter définitivement une conception vague et erronée, et qui néanmoins a été acceptée sans qu'on ait exigé aucune preuve pour l'appuyer.

» Dans le cas présent, 1 gramme d'eau peut être mis en contact avec 10, 100, 1000,... grammes de fer divisé et chauffé au rouge, sans qu'il s'en décompose plus que ce qui est nécessaire pour que la tension de l'hydrogène atteigne, dans l'espace qui lui est assigné, la valeur maximum qui correspond à la température du fer.

» En résumé, le fer se conduit dans mes expériences comme s'il émettait une vapeur (l'hydrogène) obéissant aux lois de l'hygrométrie.

» 2° Lorsque la pression maximum de l'hydrogène correspondant à une température donnée et invariable a été atteinte, si l'on enlève rapidement une certaine quantité de gaz, la pression, momentanément diminuée, se rétablit bientôt par la décomposition d'une nouvelle quantité d'eau qui s'évapore dans la cornue.

» Lorsqu'on refoule de l'hydrogène brusquement, de manière à augmenter momentanément la pression, celle-ci diminue peu à peu, le mercure remonte dans le manomètre pour reprendre sa hauteur initiale, une certaine quantité de l'oxyde de fer produit se réduisant pour donner de l'eau, laquelle va se condenser dans la cornue.

» L'hydrogène exhalé au contact du fer se comporte donc en obéissant encore aux lois de l'hygrométrie, comme de l'eau enfermée dans un espace variable à température constante, et qui se vaporise ou se condense pour que cet espace soit toujours saturé.

» 3° Lorsque de la vapeur d'eau à une tension déterminée est en contact avec du fer à une température invariable, on peut porter à telle température que l'on voudra tout l'espace où est enfermé l'hydrogène humide

(pourvu qu'on n'y provoque pas de condensation d'eau), sans que la tension varie dans cet espace. Si, par exemple, on échauffe l'appareil, la tension du gaz augmentant, l'hydrogène *se condense* sur l'oxyde de fer, et sa tension reprend la valeur maximum qui convient à la température à laquelle le fer est porté.

» C'est là une analogie manifeste avec le principe de Watt et une nouvelle application d'une des lois les plus importantes de l'hygrométrie.

» On retrouve ici le même phenomène que M. Debray a constaté dans la dissociation du carbonate de chaux, que M. Isambert a rencontré dans ses études sur la dissociation des composés ammoniacaux, et que M. Lamy a si heureusement appliqué à la détermination des températures.

» Je viens de donner les principaux résultats de mes recherches, en me restreignant à l'étude des lois qui président à la décomposition de l'eau par le fer, quand les températures de l'eau et du fer ne changent pas. Dans une prochaine séance, je donnerai les nombres que j'ai déterminés en faisant varier ces températures, et je les discuterai au point de vue des considérations générales que j'ai abordées au début de cette Communication.

» Qu'il me soit permis d'ajouter, en finissant, que, dans le cours de ces longues recherches, je n'ai été guidé que par une seule conviction. Selon moi, tous les changements d'état de la matière doivent avoir entre eux des analogies très-intimes, parce qu'ils sont tous dominés par un même phénomène : le dégagement ou l'absorption de chaleur latente. A ces phénomènes calorifiques la mécanique moderne nous force d'attribuer une importance prépondérante. En les comparant entre eux, en les mesurant, on pourra donner sans doute un corps au rêve magnifique de Stahl, que tant et de si grands esprits ont considéré si longtemps comme une incontestable réalité, rêve que Lavoisier a anéanti par la plus belle et la plus complète des analyses, et que ce génie synthétique, si on lui en avait laissé le temps, aurait peut-être transformé pour en faire une loi de la science. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Sur la division décimale de l'angle et du temps; par* **M. A. d'Abbadie.**

« La prochaine réunion de la Commission internationale du mètre donne de l'opportunité à quelques remarques sur la division du cercle. Il ne peut être question d'un embarras sur le choix de l'unité, car elle est imposée par la nature des choses et doit être le quadrant ou quart de la circonfé-

rence. Il ne s'agit plus que d'appliquer à cette unité une sous-division décimale.

» Dans le système sexagésimal on fractionne le quadrant par des nombres détachés deux à deux où les dénominateurs ne sont point exprimés. Le premier de ces groupes a 90 pour diviseur; dans le deuxième et le troisième on remplace ce diviseur par 60, et pour achever on emploie des décimales de seconde. Ainsi, dans une seule et courte ligne, il y a trois dénominateurs sous-entendus, différents, et qui ne sont même pas groupés symétriquement. Depuis un siècle les astronomes ont renoncé à la complication, plus grande encore, de *signes* de 30 degrés, et de nos jours je n'ai rencontré qu'un seul capitaine de la marine marchande qui, sexagésimalement logique, énonçait la dernière sous-division en tierces ou soixantièmes de seconde.

» En remplaçant ces dernières fractions par des décimales on peut satisfaire au besoin continuel de ne pas pousser un fractionnement au delà de la précision qu'on veut atteindre. Cet avantage est grand dans la pratique. Aussi, quand un angle observé ou calculé n'est exact qu'à 6 secondes près, l'écrit-on en degrés, minutes et une décimale de minute. Les savants anglais qui ont tant observé l'inclinaison de l'aiguille aimantée la donnent en degrés et en décimales de degré. C'est la même notation qui est employée par M. Hansen dans les arguments de ses magnifiques tables lunaires. Dictées par des besoins impérieux et émanées de l'action spontanée des savants, ces tendances décimales n'ont que le tort de commencer par le mauvais bout. Il suffirait d'un pas de plus pour rendre parfaite la sous-division décimale en l'appliquant immédiatement à l'unité trigonométrique naturelle, c'est-à-dire au quadrant même.

» Selon l'heureuse idée de M. le professeur Hoüel, les décimales de cette unité devraient être dénommées d'après leur position. La *prime* ou la première décimale équivaut à 9 degrés sexagésimaux. La deuxième décimale a déjà reçu le nom de *grade*. La quatrième ou *quarte* ($1^{\text{IV}} = 32'',4$) sera souvent en usage pour les petites mesures : les termes *quinte* ($0^{q},00001$ ou $1^{\text{V}} = 3'',24$) ou cent millième partie du quadrant, et *sixte* ($0^{q},000001$ ou $1^{\text{VI}} = 0'',324$) seraient plus rarement énoncés. La pratique en déterminerait l'emploi à l'état isolé, et quelques-uns de ces noms tomberaient en désuétude, comme le décimètre, inconnu de la plupart de nos ouvriers, et qui chez eux s'appelle *dix centimètres*. On devra rejeter les termes *minute centésimale*, *seconde centésimale*, expressions aussi peu claires que ce *pied décimal*, par lequel on a si malheureusement tenté d'inaugurer l'usage du mètre. Ces

dénominations ont l'inconvénient de donner à l'unité angulaire l'apparence d'une unité arbitraire et artificielle comme le franc ou comme les unités sexagésimales que l'on voulait remplacer, et de dissimuler ainsi ce qu'il y a d'obligatoire dans le choix du quadrant pour unité angulaire naturelle. D'ailleurs l'expérience a prouvé que pour faire prévaloir les réformes métriques il vaut mieux rompre nettement avec les idées du passé.

» Nous appelons de tous nos vœux une réforme décimale dans la division de l'angle. La seule objection plausible qu'on puisse alléguer contre cette réforme, c'est qu'un système de mesure adopté par la plupart des nations civilisées ne doit pas être changé. On répond que cette objection est inapplicable à tous les calculs de haute astronomie et à ceux de la géodésie, où l'étude des angles n'est point le but, mais bien l'intermédiaire, pour arriver à d'autres résultats et surtout à la connaissance des dimensions réelles. Il en est de même dans les travaux de physique. La mécanique céleste n'empruntant à l'observation qu'un nombre restreint de données, sur lesquelles sont fondées d'immenses séries de calculs, la conversion des valeurs d'un système dans l'autre n'est qu'un travail insignifiant, auprès des simplifications considérables que l'adoption de la division décimale du quadrant amènerait dans les calculs auxiliaires. Outre la facilité introduite dans les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et de division des angles, on aura l'avantage d'éviter les réductions de degrés et minutes en secondes, et *vice versâ*, qui se présentent à chaque instant lorsqu'on fait usage de la division sexagésimale.

» Il n'y a peut-être pas un million d'hommes qui fassent un usage habituel des angles. Parmi eux les savants se plieront rapidement à des fractions si simples, quoiqu'elles semblent nouvelles, car ils affrontent tous les jours des calculs et des réductions bien autrement ardus. Quant à la foule des simples travailleurs, elle ne tarderait pas à faire comme les quatre-vingts millions de personnes qui, cédant à la belle impulsion de la France, emploient le mètre et les mesures qui en dérivent. Chez nous leur adoption est déjà si complète que nos maçons ignorent aujourd'hui la valeur et souvent même l'existence de l'ancien pied de roi.

» Ce n'est pas faire trop d'honneur à nos contemporains que de les croire prêts à adopter la division décimale du cercle, dès que nos corps enseignants en auraient recommandé sérieusement l'emploi. Seul à garder les bonnes traditions, notre brillant corps d'état-major a conservé ces mesures proposées par Lagrange, inaugurées et employées par Laplace et par les savants qui l'ont aidé à réformer tout notre système de mesures.

C'est dans notre Dépôt de la Guerre, qu'on a fait ces expériences qui prouvent combien est grande l'économie de temps et de peines quand on substitue, soit dans l'observation, soit dans le calcul, la mesure décimale des angles à la méthode surannée et si compliquée des divisions sexagésimales.

» Dans nos observatoires on perfectionnerait largement les moyens d'observation et les méthodes de réduction, en introduisant aussi la division décimale du temps, non en partageant par 10 la révolution diurne de la terre, mais en adoptant le *quart* ou l'unité des marins, c'est-à-dire en prenant pour unité le quadrant ou six heures de notre division vulgaire. La *quarte* serait alors égale à $2^s,16$, intervalle qui convient comme bien d'autres, à l'emploi des chronographes. Quant aux astronomes qui observeraient encore par l'oreille, ils pourraient employer un pendule battant $0^{iv},5$ ($=1^s,08$), ce qui ne dérangerait pas sensiblement des habitudes acquises. Une pendule décimale de ce genre, où le temps et l'arc seraient identiques, mettrait fin à ces conversions continuelles du temps en arc, et *vice versâ*, où l'on perd tant de temps, tout en s'exposant à tant de fautes.

» On a souvent allégué en faveur de la division sexagésimale, qu'elle permet de diviser sans reste par 3 et par les multiples de 3. Mais cet avantage théorique n'en est réellement pas un. Il devient illusoire dans la pratique, où, selon la puissance de ses moyens, l'observateur s'approche plus ou moins de la vérité, sans être jamais sûr d'atteindre la dernière limite d'exactitude. D'ailleurs les fonctions trigonométriques sont représentées dans tous les systèmes par des décimales, par des séries dont on emploie les premiers termes. On ne peut donc pas échapper à l'usage des fractions.

» On objecte aussi que l'usage d'une division décimale pour le temps et l'arc exigerait la refonte d'un grand nombre de tables. Mais outre l'avantage immédiat qui résulterait d'une plus grande facilité dans les calculs et de la suppression de plusieurs tables devenues désormais inutiles, la nécessité de refaire les autres tables amènerait naturellement des perfectionnements de toute espèce.

» Si la France avait conservé son ancienne supériorité en astronomie et en géodésie, et si en même temps elle avait persisté dans l'usage de la graduation décimale, celle-ci serait aujourd'hui comme le mètre, adoptée par la grande majorité du monde savant. Si l'on publiait un catalogue complet de toutes les étoiles observées jusqu'ici, en les rangeant par ascensions droites et distances polaires décimales, l'utilité d'un pareil répertoire amè-

nerait tous les astronomes à faire selon des sous-divisions décimales, non-seulement leurs calculs, mais même leurs observations.

» Il convient de marcher vers cette réforme en enseignant dans nos écoles la division décimale du cercle et en l'inaugurant, au moins pour les calculs, dans nos observatoires. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur les poêles en terre réfractaire de* MM. Muller et Cie, *fabricants de produits céramiques, à Ivry; par* **M. LE GÉNÉRAL MORIN.**

« Je ne donnerai pas ici la description de ces poêles, et je me contenterai de dire que toutes les parties exposées à l'action du combustible sont en terre réfractaire. Des expériences exécutées au Conservatoire des Arts et Métiers, à la demande des constructeurs, et répétées quatre fois pour l'un des modèles et deux fois pour l'autre, ont fourni, au point de vue de l'utilisation du combustible, d'excellents résultats et réalisé en moyenne 0,93 de la chaleur développée par le coke employé, estimée à 7000 calories par kilogramme brûlé.

» L'air que fournissaient ces poêles était encore un peu plus chaud qu'il ne conviendrait au point de vue de la salubrité, mais il est facile de remédier à ce défaut par une augmentation des sections de passage de cet air. D'ailleurs, quoique la terre du creuset qui contenait le combustible ait atteint souvent la chaleur rouge sombre, l'on n'a jamais ressenti dans la salle chauffée où ils ont été placés, et malgré un séjour continu, aucun malaise analogue à celui qu'on éprouvait dans les expériences précédemment faites sur les poêles en fonte.

» En disposant une prise d'air de manière qu'elle le fasse affluer du dehors et en utilisant une partie de la chaleur emportée par la fumée, pour déterminer dans une cheminée d'évacuation un appel de l'air vicié, on peut obtenir, à la fois, à l'aide d'un poêle de ce genre, un chauffage modéré, économique et salubre, ainsi qu'un renouvellement de l'air répété deux ou trois fois par heure. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la grêle tombée à Paris pendant l'orage d'hier 22 mai; par* **M. A. TRÉCUL.**

« Hier, pendant le grand orage qui a éclaté sur Paris, chacun a pu remarquer le gros volume des grêlons. Beaucoup étaient coniques ou plutôt pyriformes, c'est-à-dire qu'ils étaient plus larges à leur partie inférieure

qu'à leur partie supérieure, et il y en avait qui atteignaient environ 2 centimètres de longueur sur $1\frac{1}{2}$ centimètre de largeur. J'en ramassai un vers la fin de la chute de la grêle. Il présentait des caractères que je crois dignes d'attention. Le tiers supérieur (la partie la plus étroite du grêlon) était opaque et blanc, tandis que la partie inférieure ou la plus large était d'une translucidité parfaite comme la glace la plus pure. En outre, et c'est là, je crois, ce qui fait l'intérêt principal de cette observation, ce grêlon, vu par le gros bout, c'est-à-dire quand le diamètre le plus étroit était placé transversalement par rapport à l'axe visuel, montrait manifestement la figure d'un rhombe à angles obtus, et des côtés partaient des facettes obliques qui convergeaient et s'effaçaient vers le sommet obtus du grêlon. »

RAPPORTS.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Vétillart, *intitulé* Étude sur les filaments végétaux employés dans l'industrie.

(Commissaires : MM. Decaisne, Dupuy de Lôme, Chevreul rapporteur.)

« M. Vétillart, connu dans l'ouest de la France par un des établissements industriels les plus considérables et des plus savamment dirigés pour le blanchiment des toiles, a soumis au jugement de l'Académie un Mémoire dont le but est de faire reconnaître, par des caractères exactement définis, les matières textiles aujourd'hui employées dans l'industrie française et étrangères. Elles sont au nombre de six :

» Le lin, le chanvre, le coton, le jute (*corchorus capsularis*), le china-grass (*urtica utilis*), le New-Zealand flax (*phormium tenax*).

» L'Académie a chargé MM. Decaisne, Dupuy de Lôme et Chevreul de lui rendre compte du Mémoire de M. Vétillart, et la Commission lui présente aujourd'hui le résultat de son examen.

» M. Vétillart a rendu les Membres de la Commission témoins de l'exactitude de ses observations et de ses expériences en les mettant à même d'en comparer les résultats avec des figures très-bien faites, dessinées et coloriées par lui-même, qui accompagnent le texte de son Mémoire, dont elles sont inséparables. Aussi prions-nous l'Académie, si elle approuvait notre proposition, d'imprimer le Mémoire de M. Vétillart dans le *Recueil des Savants étrangers*, en y joignant les figures dont nous parlons.

» La détermination de la nature spécifique des six fibres textiles examinées par M. Vétillart repose sur l'observation microscopique et sur la

coloration qu'elles éprouvent par l'action de l'iode, sous l'influence de l'acide sulfurique aqueux ou étendu de glycérine.

» L'observation porte sur la fibre envisagée dans le sens de sa longueur, et sur une coupe faite perpendiculairement à son axe.

» Les fibres provenant d'une filasse, d'un fil, d'une corde, d'un tissu, présentent trois cas : elles sont *écrues*, ou *apprêtées*, ou enfin *teintes*.

» Dans le *premier cas*, elles doivent être tenues pendant une demi-heure dans une eau légère de sous-carbonate de soude, puis lavées.

» Dans le *second cas*, on les traite par l'eau distillée, ou légèrement alcaline, bouillante.

» Enfin, *si elles sont teintes*, il faut les décolorer aussi bien que possible.

» On *prend* des faisceaux de fibres de 6 à 8 centimètres de longueur, et on en tire quelques-unes, on les isole en les dressant ; si elles ont été tordues par la filature, il faut les détordre et en disposer quelques-unes longitudinalement sur le porte-objet du microscope, en les imbibant d'un liquide pour les rendre transparentes, tel que de la glycérine, une solution de chlorure de calcium, etc. ; puis on les recouvre avec un verre mince carré.

» Quand il s'agit de la préparation à l'iode, on dissout 1 partie d'iodure de potassium dans 100 parties d'eau distillée, et on ajoute de l'iode au liquide.

» Sur une lame de verre on laisse tomber une large goutte de la solution précédente, on y met quelques filaments. Après quelques minutes d'imbibition, on enlève l'excès du liquide avec du papier buvard, on recouvre les filaments d'un verre mince carré, on approche d'un côté du verre quelques gouttes d'acide sulfurique concentré étendu d'eau, ou de glycérine pure, et on en absorbe l'excès qui passe du côté opposé par du papier buvard. Il faut chasser par ce moyen tout l'iode en excès.

» Pour observer l'intérieur de la fibre, mis à découvert par une coupe perpendiculaire à son axe, on prend un faisceau de filaments de 3 centimètres de longueur et de la grosseur d'une plume d'oie. On lie le faisceau au milieu avec un fil, puis on en plonge une extrémité dans une colle liquide à base de gélatine : la préparation de M. Bourgogne est ce qu'il y a de meilleur ; on fait pénétrer avec les doigts le liquide dans l'intérieur, puis on répète la préparation sur l'autre extrémité du faisceau ; on tord et on détord légèrement les filaments afin de faire pénétrer le liquide également dans toutes les parties du faisceau, il faut éviter de déranger le parallélisme de ces filaments. Après douze heures, quand le faisceau est sec, on le fixe

dans la cavité cylindrique d'un étau à main, et, avec un rasoir, on fait des coupes perpendiculaires à l'axe aussi minces que possible. On les reçoit sur une lame de verre.

» Nous avons dit que le Mémoire de M. Vétillart se compose d'*observations* et d'*expériences*.

» En effet, après avoir mis chacune des matières textiles sous le microscope et en avoir *observé* la structure, il la place dans le réactif liquide d'iode précité, et alors se développent des colorations bleues, violettes ou jaunes.

» Voici les résultats de ses recherches.

LIN.

» A. Les *filaments* du lin, qui à l'œil nu semblent simples, sont, en réalité, formés de fibres réunies en faisceau.

» On peut les isoler facilement au moyen d'une aiguille.

» Elles sont longues de 1 à 6 centimètres et plus; d'un diamètre uniforme, pointues à leurs extrémités : elles ont un canal très-fin au centre.

» Elles sont lisses; les plis de froissement produisent des stries ordinairement croisées, et les fibres du pied du lin sont plates et striées.

» Elles se colorent en bleu par l'iode et l'acide sulfurique, quelquefois en lie de vin; le canal se colore en jaune parce qu'il renferme des granules doués de cette propriété.

» B. Les *coupes transversales* présentent des polygones dont l'adhérence mutuelle est faible; elles se colorent en bleu et le centre en jaune.

» C'est le peu d'adhérence des filaments, leur égalité de diamètre et leur surface lisse qui permettent de filer la filasse du lin en numéros élevés.

CHANVRE.

» A. Les *fibres* du chanvre sont fortement agrégées, et chacune est enveloppée d'une matière mince, qui, au lieu de se colorer en bleu par l'iode, se colore en jaune.

» Elles ont à peu près la longueur des fibres du lin, mais leur diamètre varie; elles sont plus grosses et moins lisses que celles du lin.

» Les extrémités sont grosses et courtes, en forme de spatule.

» Elles se colorent en bleu ou en bleu-verdâtre par l'iode et l'acide sulfurique.

» B. Les *coupes transversales* sont fort différentes de celles du lin. On dirait des fibres enchevêtrées les unes dans les autres; leur adhérence mutuelle est considérable.

» Et chaque fibre près du bord se colore en jaune et le reste en bleu. Pas de couleur jaune au centre.

» C'est l'adhérence des fibres, l'inégalité de leur diamètre et leur raideur qui s'opposent à ce qu'on les file en numéros élevés.

COTON.

» A. *Fibres* toujours isolées, tortillées sur elles-mêmes, en rubans à bords longitudinaux roulés, plissés au milieu.

» Extrémités larges, canal central.

» Colorables en bleu par l'iode et l'acide sulfurique.

» Le coton longue soie de 25 à 40 millimètres, et le coton courte soie de 10 à 20 millimètres.

» B. *Coupes transversales*, toujours isolées, arrondies en forme de rognons.

» Colorables en bleu avec des taches jaunes à l'intérieur et à l'extérieur.

JUTE.

» A. *Fibres* très-adhérentes, à bords ondulés, difficiles à séparer, longues de $1^{mm},5$ à 5 millimètres.

» Canal central large et inégal, vide.

» Extrémités plates, arrondies.

» Colorables en jaune plus ou moins foncé.

» B. *Coupes transversales* fortement adhérentes. Polygones à côtés droits rappelant celles du lin, mais dont la cavité centrale est plus large; se teignant en jaune et en jaune foncé sur les bords de chaque polygone.

» Le jute, très-blanc, se colore en bleu sale ou verdâtre.

» L'humidité sépare les fibres les unes des autres, et les cordes de jute ne peuvent être nouées, parce qu'elles se coupent spontanément; ces défauts en limitent l'emploi. Enfin il ne supporte pas les lessives.

CHINA-GRASS.

» A. *Fibres longitudinales* isolées, de grosseur variable, très-larges quelquefois; canal interne souvent rempli de matière grenue jaune, susceptible de se colorer; souvent striées obliquement; longues de 5 à 12 centimètres, tandis que les fibres du chanvre excèdent rarement 6 centimètres.

» Colorables en bleu.

» B. *Coupes transversales* très-irrégulières, à angles rentrants, peu adhérentes; cavité très-large; matière colorable en jaune brun.

» Plus grandes que toutes les autres, colorables en bleu.

» Rappelant celles du chanvre.

» Le mélange du *china-grass* au coton n'est pas d'un usage avantageux.

PHORMIUM TENAX.

» A. *Faisceaux vasculaires* des feuilles faciles à diviser, avec l'aiguille, en *fibres* très-fines et régulières, raides, longues de 5 à 12 millimètres, avec un canal central d'une largeur régulière. Bords longitudinaux roulés.

» Extrémités fines s'amincissant peu à peu.

» Colorables en jaune d'autant moins foncé que la fibre est plus blanche.

» B. *Coupes transversales* analogues à celles du jute, mais les angles des polygones arrondis.

» Cavité large et arrondie.

» Colorable en jaune.

» Il craint l'humidité comme le jute, et, comme lui, il ne résiste pas à la lessive.

» Tels sont les faits à la fois intéressants et importants pour la science, l'industrie et le commerce que M. Vétillart a mis en évidence; et leur application à la pratique reçoit une grande facilité, d'un résumé des caractères que présente chacune des fibres qu'il a examinées, en l'observant dans sa longueur et dans sa coupe transversale, la fibre étant mise en contact avec le réactif représenté par l'iode et l'acide sulfurique.

» En définitive, sous l'influence de ce réactif, le ligneux pur se colore en bleu violet, tandis qu'un principe qui se présente à l'état de membrane mince ou de grain se colore en jaune, par le même réactif. Ce principe serait-il la *pectose?* Quoi qu'il en soit, dès à présent, il est prouvé que la fibre ligneuse textile peut être accompagnée d'un principe qui se colore en jaune sous l'influence double de l'iode et de l'acide sulfurique.

» Mais les recherches de M. Vétillart sur les fibres textiles ne se bornent pas à celles dont nous venons d'entretenir l'Académie. Conformément aux désirs de la Commission, il a étendu ses recherches à un très-grand nombre d'espèces végétales : non-seulement il a eu recours aux collections du Muséum, mais encore à celles du Conservatoire des Arts et Métiers; en outre, dans un voyage en Angleterre, M. Oliver, conservateur des Herbiers de Kew, a mis à sa disposition un grand nombre de textiles d'une origine parfaitement connue, et M. Vétillart, au 1er de janvier de cette année, est arrivé aux conclusions suivantes :

Fibres textiles devenant, par l'application successive de la dissolution d'iode et de l'acide sulfurique, convenablement étendu d'eau et de glycérine.

A. *Jaunes.*

a) *Monocotylédonés :*
Musacées, Liliacées, Palmiers, Pandassées, Amarillydées, Aroïdées, Typhacées, etc.

b) *Dicotylédonés :*
Malvacées, Liliacées, Thymelées, Cordiacées, Buttnériacées, Salicinées, Composítées, Anonacées, Myrtacées, Bombacées, etc.

B. *Bleues ou violettes.*

a) *Monocotylédonés :*
Graminées, Broméliacées.

b) *Dicotylédonés :*
Linées, Cannabinées, Urticées, Légumineuses, Morées, Asclépiadées, Polygulées, Cinchonacées, Lecythidées, Artocarpées, Apocinées, Baringtoniacées, etc.

» Les recherches de M. Marcel Vétillart, entreprises au point de vue de l'application, ont acquis, par l'habileté du manipulateur et la précision de l'esprit de l'auteur, une importance tout scientifique. Certes, ce n'est point un résultat dénué d'intérêt que cette persistance des formes dans des fibres ligneuses qui permet de distinguer les six textiles les uns des autres; ce n'est point un résultat dénué d'intérêt pour la science des corps vivants, que l'auteur ait reconnu dans la fibre ligneuse d'une toile de momie rapportée de l'Égypte par M. Caillaux, de Nantes, le caractère qu'il a reconnu à la fibre textile du lin. Il y a dans cette fixité de structure et des propriétés chimiques une conservation séculaire de propriétés bien propre à montrer que, si des propriétés paraissent variables dans les êtres vivants, il en est de fort persistantes, et si cette persistance n'existait pas, comment comprendrait-on cette permanence de forme et de certaines propriétés que présentent les espèces du monde actuel?

» Nous proposons à l'Académie qu'après avoir engagé l'auteur à étendre ses recherches, déjà commencées, sur des fibres textiles appartenant à d'autres espèces que les six qu'il a étudiées avec tant de précision, elle veuille bien accorder une place à son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

M. É. Lagout expose à l'Académie la description d'un cadran solaire équatorial, qu'il soumet à son jugement, et auquel il donne le nom de *régulateur des montres.*

L'appareil, réduit aux éléments essentiels d'un cadran équatorial, a été établi industriellement aux conditions de bon marché qui en peuvent rendre l'usage populaire : on en a construit deux modèles, revenant l'un à 12 francs, l'autre à 8 francs. Le cercle divisé est imprimé sur la tôle, et couvert d'un émail ou d'un vernis au four : dans le plus grand des deux modèles, le développement de l'arc d'une division horaire est de 4 centimètres, un par quart d'heure, et le quart d'heure est subdivisé en cinq parties, de 3 minutes chaque.

L'équation du temps est donnée par un tableau, imprimé sur le cadran, des minutes à ajouter ou à retrancher par décade, pour avoir l'heure moyenne : si la correction s'accroît d'une minute en dix jours, on a ainsi 6 secondes par jour.

L'appareil est à l'essai dans plusieurs administrations de chemins de fer, pour les gares et passages à niveau : l'auteur a établi, pour cet usage, un modèle où les corrections sont indiquées en minutes, sans interpolation.

En résumé, dit l'auteur, le *régulateur des montres*, dont l'installation peut être effectuée par les hommes les moins instruits, doit être appelé à rendre des services au plus grand nombre : il donne l'heure exacte comme le cadran équatorial, et coûte vingt fois moins cher, bien qu'il ait, sur ce dernier, l'avantage d'être intelligible pour tout le monde.

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie, Villarceau.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. Ravizza et Colomba adressent, de Milan, une collection d'échantillons de substances exploitables, qui ont été recueillis dans le Valsoda, près du lac de Lugano, à 14 mètres de profondeur.

(Commissaires : MM. Daubrée, H. Sainte-Claire Deville.)

M. F. Moret adresse, de Fribourg (Suisse), un Mémoire manuscrit intitulé : « Mémoire sur la théorie des nombres premiers, considérés dans les progressions arithmétiques ».

L'auteur prie, en outre, l'Académie de vouloir bien l'autoriser à retirer un Mémoire déposé par lui le 23 février 1863, et portant le même titre. Ce dernier Mémoire, n'ayant été l'objet d'aucun Rapport, pourra être retiré au Secrétariat.

(Commissaires : MM. Hermite, Serret.)

M. **Noel** soumet au jugement de l'Académie une Note, accompagnée d'une figure et portant pour titre : « Sur une nouvelle disposition de la machine pneumatique, qui permet de l'employer à volonté comme machine pneumatique, pompe de compression ou pompe de laboratoire. »

(Commissaires : MM. Regnault, H. Sainte-Claire Deville.)

M. **Moura** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un ouvrage portant pour titre : « Angines aiguës ou graves; origine, nature, traitement », et joint à cet envoi une Note manuscrite indiquant les points principaux sur lesquels il désire attirer l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission.)

M. E. **Bertin** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un ouvrage intitulé : « Étude critique de l'embolie dans les vaisseaux veineux et artériels », et joint à cet envoi une Note manuscrite indiquant les passages de ce travail qu'il considère comme lui étant plus spécialement propres.

(Renvoi à la Commission.)

M. E. **Decaisne** prie l'Académie de vouloir bien admettre au concours pour le prix des Arts insalubres le Mémoire qu'il lui a communiqué, dans la séance du 16 mai, sur « La machine à coudre et la santé des ouvrières ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Bonhorst** adresse une Note, écrite en allemand et accompagnée de figures, sur un système de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. A. **Saint-Louis** adresse, de Sorel (province de Quebec, Canada), un Mémoire faisant suite à celui qu'il a adressé le 23 août 1869, et relatif aux principes généraux qui président aux phénomènes cosmiques.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Edm. Becquerel, Fizeau.)

M. G. **Barracano** adresse une nouvelle Communication, relative à son mode de traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre prie l'Académie de vouloir bien lui faire connaître, le plus promptement possible, son opinion sur la question qu'il lui a soumise, savoir : s'il est indispensable de munir de paratonnerres les magasins à poudre établis au bord de la mer, dans des casemates de rez-de-chaussée.

La Lettre de M. le Ministre sera transmise immédiatement à la Commission des paratonnerres.

M. le Directeur général des Douanes adresse un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1868, formant la suite et le complément du Tableau du commerce de la France pendant la même année.

Le Comité qui s'est formé à Saint-Pétersbourg pour ériger un monument à l'*amiral de Krusenstern*, invite l'Académie à vouloir bien prendre part à la souscription ouverte pour subvenir aux frais de ce monument.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Volpicelli*, imprimée en italien, et intitulée : « De la distribution électrique sur les conducteurs isolés ».

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie, au nom de *M. Zantedeschi*, deux opuscules, l'un relatif à une application de la chambre claire de Wollaston, l'autre ayant pour titre : *Des nuages, des brouillards, des pluies avec sable observés dans l'atmosphère de l'Italie, principalement en* 1869, *et des effets qui en ont été les conséquences*. La Lettre d'envoi contient, au sujet de ce dernier Mémoire, les passages suivants :

« Ces phénomènes ne sont pas nouveaux pour les météorologistes instruits; mais leur persistance et leur étendue ont été extraordinaires. Voici en peu de mots le résumé des connaissances nouvelles que la science en a retiré :

» 1° Nous avons pu voir d'où est provenu le brouillard qui a si vivement étonné les populations. Le brouillard du mois de juillet 1869, qui a régné sur une grande partie de l'Europe méridionale, est dérivé de l'état de la pression atmosphérique, qui a été très-forte : aucun des deux courants

polaire et équatorial n'ayant pris le dessus, il y a eu, en définitive, dans nos contrées un grand calme dans le mouvement de l'air et une stagnation des vapeurs locales, qui sont très-abondantes pendant l'été; mais à peine l'équilibre de la pression atmosphérique a-t-il commencé à s'établir dans les régions septentrionales et s'est-il propagé en Italie et dans les autres contrées du Midi, que le brouillard a diminué, l'atmosphère reprenant la transparence qu'elle présente ordinairement dans la saison.

» 2° Le brouillard était composé de vapeur d'eau et des poussières très-fines qu'on rencontre dans diverses contrées, élevées à diverses altitudes au-dessus de la surface de la terre; ainsi à Palerme, à Urbino et à Modène se formèrent deux stratifications, l'une supérieure de vapeur d'eau et l'autre inférieure de poussière très-fine, d'où il résulta que les hygromètres ne se trouvèrent pas d'accord dans leurs indications publiées dans les bulletins météorologiques des diverses stations de l'Italie.

» 3° On ne peut dire que, dans toute circonstance, la poussière soit dérivée du désert de Sahara, parce que nous avons eu encore des vapeurs aqueuses mêlées à des substances inorganiques et à des substances organiques provenant de la rivière des Amazones, en Amérique, comme cela résulte des observations d'Ehrenberg, et beaucoup de bourrasques ont traversé l'océan Atlantique et ont atteint le continent de l'Italie.

» 4° Le brouillard n'a pas été également épais dans les diverses contrées de l'Europe et n'a pas suivi la même période dans toutes les localités: ainsi à Ancône, le brouillard a été à son maximum dans la journée du 14 juillet 1869; à Palerme, un maximum a eu lieu le 10; à Rome, le brouillard a été noté comme très-sensible du 7 au 14; à Paris, du 4 au 12 du même mois.

» 5° On a observé pendant le brouillard différents phénomènes de lumière plus ou moins absorbée et un changement d'aspect du soleil devenu rouge. On a remarqué chez les hommes des phénomènes pathologiques: des paralysies, des apoplexies, et en même temps, dans les fruits des végétaux, d'autres phénomènes pathologiques qui ont beaucoup varié dans les diverses régions de l'Italie, comme cela résulte des témoignages d'agriculteurs vigilants que j'ai rapportés dans le cours de ma relation. »

GÉOLOGIE. — *Sur le système des filons du Hundsrück; par* **M. Al. Vézian.**

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie, au nom de l'auteur, l'ouvrage intitulé : « Rapport sur les mines de plomb, argent,

cuivre et zinc de Zell-sur-Moselle, par *M. Alexandre Vézian*, professeur de Minéralogie et de Géologie à la Faculté des Sciences de Besançon, lit le passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Le Hundsrück constitue un plateau limité par le Rhin, par la Moselle, et par une ligne qui, allant de Bingen dans la direction de Thionville, le sépare de la vallée de la Nahe et du bassin houiller de Saarbrück. Ainsi délimité, le Hundsrück a la forme d'un triangle rectangle dont le Rhin est un des côtés de l'angle droit, tandis que la Moselle, dans la partie de son cours comprise entre Coblentz et Trèves, dessine l'hypoténuse.

» Un seul et même terrain existe dans cette région : c'est le terrain dévonien inférieur, uniformément composé de schistes argileux, passant tantôt aux schistes ardoisiers, tantôt aux quartzites.

» L'étude attentive de la stratigraphie systématique du Hundsrück permet de reconnaître dans cette région l'existence de trois systèmes principaux de directions, qui sont :

» 1° *Système du Hundsrück.* — L'empreinte de ce système, un des premiers qui aient été signalés par M. Élie de Beaumont, s'observe dans la partie méridionale du Hundsrück, celle qui est spécialement désignée sous ce nom sur les cartes françaises. La direction adoptée par M. Élie de Beaumont pour ce système est est 31°30′ nord par rapport au Binger-Loch; elle affecte non seulement le Hundsrück, mais aussi le Taunus, qui n'est que le prolongement, de l'autre côté du Rhin, de cet accident orographique.

» 2° *Système perpendiculaire à celui du Hundsrück.* — A ce système, que j'ai désigné sous le nom de *système de la Margeride* (*voir* mon *Prodrome de Géologie*, t. II, p. 462), se rattache la longue fissure au fond de laquelle coule le Rhin entre Bingen et Coblentz; il est représenté par une ligne passant par Bingen et orientée au nord 31°31′ ouest.

» 3° *Système des filons du Hundsrück.* — J'ai dit que le Hundsrück a la forme d'un triangle rectangle; chacun des côtés de ce triangle est en relation avec un système stratigraphique. Les deux côtés de l'angle droit sont fournis par deux lignes appartenant, l'une au système du Hundsrück, et l'autre au système de la Margeride. C'est au système, que je désigne provisoirement sous le nom de *système des filons du Hundsrück*, que se rattache la ligne dessinant l'hypoténuse de ce triangle. Cette ligne, approximativement orientée au nord 44 degrés est, marque la direction moyenne de la Moselle entre Coblenz et Trèves.

» Ce qui achève de donner une autonomie incontestable au système que

j'ai ici en vue, c'est que le Hundsrück tout entier forme un grand massif dont les strates, fortement redressées, sont uniformément inclinées vers le sud-est, et tendent, dans leur ensemble, à se diriger du nord-est vers le sud-ouest.

» On retrouve enfin cette orientation nord 44 degrés est dans tous les filons du Hundsrück. Ceux-ci se groupent en faisceaux parallèles, non-seulement entre eux, mais aussi aux strates entre lesquelles on les voit habituellement intercallés. L'absence de filons croiseurs sur tout ce plateau permet d'y reconnaître l'unité de l'action filonienne. Un seul et même phénomène, en soulevant les strates, leur a imprimé leur orientation, a déterminé l'apparition des fentes filoniennes et en a opéré le remplissage. J'admets le synchronisme de ces trois événements, parce que les strates et les faisceaux de filons sont parallèles entre eux; rien, d'ailleurs, n'indique la nécessité de faire intervenir l'hypothèse des directions récurrentes et de supposer, dans le Hundsrück, l'existence de deux systèmes stratigraphiques, identiques par leur direction, mais différents par leur âge. Je dis que ces trois événements se sont manifestés *presque* en même temps, parce que, bien qu'ils aient commencé à se produire dans le même moment, leur durée n'a pas été la même; le redressement des strates a été un phénomène presque instantané, tandis que le remplissage des fentes filoniennes n'a dû être complet qu'après une période plus ou moins longue.

» La lecture de quelques-uns des travaux dont les contrées métallifères de l'Europe ont été l'objet m'a conduit à penser que les filons du Hundsrück, loin de constituer un accident local, se rattachent à un système stratigraphique, encore inédit, qu'un examen attentif fera retrouver dans d'autres régions dont le sol est formé de terrains anciens. Dans son *Mémoire sur les Montagnes des Maures et de l'Esterel* (*Description géologique de la France*, t. I, p. 460), M. Élie de Beaumont constate « la tendance évidente qu'ont » les couches à se diriger vers le nord-est ou, plus exactement, *vers le nord* » *44 degrés est.* Cette direction, dit-il, est le résultat du ridement général » qui, à une époque géologique très-ancienne, a affecté les dépôts stratifiés » d'une grande partie de l'Europe. »

» Quel est l'âge relatif de ce système des filons du Hundsrück? Évidemment ce système est postérieur au terrain dévonien dont il a soulevé les strates. Diverses considérations me permettent même de penser qu'il lui est immédiatement postérieur. A l'appui de cette manière de voir, je rappellerai l'opinion émise par M. Rivot, lorsqu'il admet que, dans l'Ardèche et la Lozère, les filons H. IV ont suivi les filons H. V (*Mémoire sur le gisement de galène argentifère de Vialas*).

» Les gisements de galène, se plaçant sous la dépendance du système des filons du Hundsrück, sont caractérisés partout, non-seulement par leur orientation, mais aussi par leur composition. Ils sont en relation avec des granites et des porphyres quartzifères, du moins lorsqu'il existe des roches éruptives dans leur voisinage; leur gangue est en majeure partie ou en totalité quartzeuse; le plomb est associé en proportions variables au zinc. Les filons plombifères plus récents sont ordinairement en rapport avec des serpentines et des roches analogues; dans la gangue, le sulfate de baryte et le carbonate de chaux tendent à remplacer le quartz; la proportion d'argent associé au plomb est plus considérable. Je mentionne ces faits afin de citer un nouvel exemple des relations existant entre la composition des filons et leur orientation; même dans les pays, comme le Hundsrück, où se montre un seul système de filons, et où il y a absence de filons croiseurs, les principes de la stratigraphie systématique trouvent encore leur application. »

ANALYSE. — *Théorème sur les fonctions doublement périodiques;* *par* **M. C. Jordan.**

« Soient $F_1, \ldots, F_n$ des fonctions monodromes, doublement périodiques, ayant respectivement pour périodes ω_1 et $\varpi_1, \ldots, \omega_n$ et ϖ_n. Soient $\alpha_{\mu 1}, \ldots, \alpha_{\mu\rho}, \ldots$ les infinis contenus dans l'un quelconque des parallélogrammes formés par les périodes de F_μ; k_μ le nombre de ces infinis, que nous supposerons limité; $l_1, \ldots, l_n$ des constantes arbitraires. Cherchons à quelles conditions la somme $\Phi = l_1 F_1 + \ldots l_n F_n$ pourra posséder elle-même une période Ω.

» Admettons que parmi les fonctions $F_1, \ldots, F_n$ il en existe p, $F_1, \ldots, F_p$ qui admettent des périodes $s_1 \Omega, \ldots, s_p \Omega$ multiples de Ω. Soit s le plus petit multiple des entiers $s_1, \ldots, s_p$: $s\Omega$ sera une période de chacune des fonctions $\Phi, F_1, \ldots, F_p$, et par suite de la fonction

$$\Phi' = \Phi - l_1 F_1 - \ldots - l_p F_p = l_{p+1} F_{p+1} + \ldots + l_n F_n.$$

» Cela posé, la fonction Φ' ne devient infinie pour aucune valeur finie de la variable : car si elle avait un infini β, elle en aurait une infinité, contenus dans la formule générale $\beta + ms\Omega$. Chacun de ces infinis serait un infini de l'une des fonctions $F_{p+1}, \ldots, F_n$, dont Φ' est formée linéairement : il serait donc contenu dans l'une des formules $\alpha_{\mu\rho} + a\omega_\mu + b\varpi_\mu$ (μ étant $> p$).

» Les indices μ, ρ de ces dernières formules n'ont qu'un nombre limité $k_{p+1} + \ldots + k_n$ de systèmes de valeurs. Donc deux des infinis de Φ', tels

que $\beta + ms\Omega$, $\beta + m's\Omega$, correspondraient à un même système de valeurs de ces indices. Soit, par exemple,

$$\beta + ms\Omega = \alpha_{\mu\rho} + a\omega_\mu + b\varpi_\mu, \quad \beta + ms'\Omega = \alpha_{\mu\rho} + a'\omega_\mu + b'\varpi_\mu;$$

on en déduirait

$$(m - m')s\Omega = (a - a')\omega_\mu + (b - b')\varpi_\mu.$$

La fonction F_μ admettrait donc, contrairement à l'hypothèse, la période $(m - m')s\Omega$, multiple de Ω.

» Admettons que parmi les fonctions $F_{p+1}, \ldots, F_n$ il en existe $\nu - p$, $F_{p+1}, \ldots, F_\nu$, qui admettent des périodes ω_{p+1}, $t_{p+2}\,\omega_{p+1}, \ldots, t_\nu\,\omega_{p+1}$, multiples de ω_{p+1}, et soit t le plus petit multiple de $t_{p+2}, \ldots, t_\nu$; la fonction

$$\Phi'' = l_{p+1}\,F_{p+1} + \ldots + l_\nu\,F_\nu = \Phi' - l_{\nu+1}\,F_{\nu+1} - \ldots - l_n\,F_n$$

admet la période $t\omega_{p+1}$, et ne devient infinie pour aucune valeur finie de la variable. En effet, si elle avait un infini β situé à distance finie, elle en aurait un nombre illimité contenus dans la formule $\beta + mt\omega_{p+1}$. Tous ceux de ces infinis qui sont à distance finie seraient des infinis de quelqu'une des fonctions $F_{\nu+1}, \ldots, F_n$ qui forment Φ'' conjointement avec Φ', et par suite seraient contenus dans l'une des formules $\alpha_{\mu\rho} + a\omega_\mu + b\varpi_\mu$ (μ étant $> \nu$). Les indices μ, ρ de ces dernières formules n'ayant qu'un nombre limité $k_{\nu+1} + \ldots + k_n$ de systèmes de valeurs, deux des infinis de Φ'', tels que $\beta + mt\omega_{p+1}, \beta + m't\omega_{p+1}$ correspondraient à un même système de valeurs. Cela posé, des deux égalités

$$\beta + mt\omega_{p+1} = \alpha_{\mu\rho} + a\omega_\mu + b\varpi_\mu, \quad \beta + m't\omega_{p+1} = \alpha_{\mu\rho} + a'\omega_\mu + b'\varpi_\mu,$$

on déduirait

$$(m - m')t\omega_{p+1} = (a - a')\omega_\mu + (b - b')\varpi_\mu.$$

Donc F_μ admettrait, contrairement à l'hypothèse, la période $(m - m')t\omega_{p+1}$, multiple de ω_{p+1}.

» Admettons que parmi les fonctions $F_{p+1}, \ldots, F_\nu$, il en existe q, $F_{p+1}, \ldots, F_q$ qui admettent des périodes ϖ_{p+1}, $u_{p+2}\,\varpi_{p+1}, \ldots, u_q\,\varpi_{p+1}$ multiples de ϖ_{p+1}, et soit u le plus petit multiple de $u_{p+2}, \ldots, u_q$. La fonction

$$\Phi''' = l_{p+1}\,F_{p+1} + \ldots + l_q\,F_q = \Phi'' - l_{q+1}\,F_{q+1} - \ldots - l_\nu\,F_\nu$$

admettra, outre la période $t\omega_{p+1}$, la période $u\varpi_{p+1}$; et, en répétant le raisonnement qui précède, on voit qu'elle ne sera infinie pour aucune valeur finie de la variable. Mais elle est doublement périodique; donc elle

n'est infinie pour aucune valeur de la variable, et par suite se réduit à une constante c.

» Supposons maintenant que parmi les fonctions $F_{q+1},\ldots, F_n$ il en existe $r-q$, $F_{q+1},\ldots, F_r$ qui admettent à la fois une période multiple de ω_{q+1} et une période multiple de ϖ_{q+1}. On verra par un raisonnement identique au précédent que la fonction $l_{q+1}F_{q+1}+\ldots+l_rF_r$ se réduit à une constante c', etc.; et l'on aura enfin

$$\Phi' = \Phi - l_1F_1 - \ldots - l_pF_p = l_{p+1}F_{p+1}+\ldots+l_nF_n = c+c'+\ldots = \text{const.};$$

d'où le théorème suivant :

» Théorème I. — *Soient $F_1,\ldots, F_n$ des fonctions doublement périodiques, n'ayant chacune qu'un nombre limité d'infinis dans chaque parallélogramme de périodes, $l_1,\ldots, l_n$ des constantes. Si la fonction $\Phi = l_1F_1+\ldots+l_nF_n$ admet la période Ω, l'égalité*

$$\Phi = l_1F_1+\ldots+l_nF_n$$

se décomposera en général en une suite d'égalités telles que

$$\Phi = l_1F_1+\ldots+l_pF_p+\text{const.},$$
$$l_{p+1}F_{p+1}+\ldots+l_qF_q=\text{const.},$$
$$l_{q+1}F_{q+1}+\ldots+l_rF_r=\text{const.},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

où les fonctions $F_1,\ldots, F_p$ ont une période commune, multiple de Ω, tandis que les fonctions qui figurent dans chacune des autres égalités ont deux périodes communes (multiples des moindres périodes de chacune d'elles), et par suite dépendent algébriquement les unes des autres.

» *Remarque.* — Si Φ avait une seconde période Π, l'égalité

$$\Phi = l_1F_1+\ldots+l_pF_p+\text{const.}$$

se décomposerait de même en égalités partielles

$$\Phi = l_1F_1+\ldots+l_{p'}F_{p'}+\text{const.},$$
$$l_{p'+1}F_{p'+1}+\ldots+l_qF_q=\text{const.},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

telles que les fonctions qui figurent dans chacune d'elles eussent toutes deux périodes communes. »

PHYSIQUE. — *Compressibilité des gaz à hautes pressions.* Note de M. L. Cailletet, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Afin d'obtenir de très-hautes pressions applicables aux expériences qui m'occupent, je me suis arrêté, après de nombreuses recherches, à un appareil qui se compose d'un cylindre creux en acier, fortement fixé sur un bâti en fonte. Dans ce cylindre peut se mouvoir un piston, également en acier, qui reçoit son mouvement d'une vis à filets carrés lui faisant suite, et qui traverse un fort écrou en bronze, calé dans l'axe d'un volant également en fonte. Lorsqu'on fait tourner ce volant en agissant sur les chevilles qui garnissent sa circonférence, la vis ne pouvant le suivre dans son mouvement de rotation, grâce à un taquet maintenu par deux glissières, le piston parcourt le vide du cylindre dans une direction déterminée par le sens du mouvement du volant. L'eau que contient le cylindre ne peut s'en échapper, grâce à un cuir embouté si parfait que, même sous des pressions de plus de 800 atmosphères, il s'échappe rarement une goutte de liquide. Un tube laboratoire en acier peut être réuni au cylindre compresseur par un tube capillaire en cuivre, qui, en laissant toute liberté à cette partie de l'appareil, permet d'y réaliser la plupart des expériences. La pression est mesurée par deux procédés qui se contrôlent : 1° par un levier qui appuie sur une soupape très-mobile; 2° par un manomètre Desgoffe modifié, que je vais rapidement décrire.

» Cet instrument se compose d'un vase cylindrique en fonte, rempli de mercure, sur lequel vient appuyer un disque métallique. Une membrane en caoutchouc mince sépare le disque du mercure, qui ne peut ainsi s'échapper. Au centre du disque, une tige métallique pénètre en traversant un cuir embouté dans un cylindre en bronze relié à la machine de pression. Lorsque l'eau comprimée agit sur le petit piston, la pression est transmise au mercure, qui tend à s'élever dans un tube vertical en verre, communiquant avec le réservoir.

» Si le rapport de la surface du petit piston est à celle du disque :: 1 : 100, on voit, par exemple, que pour une pression de 100 atmosphères, le mercure ne s'élèvera dans le tube manométrique que de 1 atmosphère, soit $0^m,76$.

» On pourrait faire *à priori* à cet appareil une objection grave : on ne connaît pas, en effet, la valeur de la résistance exercée par le cuir sur le piston. Dans l'appareil que j'emploie, le rapport des surfaces est :: 1 : 212, et il suffit d'abaisser le piston de $\frac{1}{8}$ de millimètre pour élever le mercure

de $4^m,30$, hauteur de mon tube manométrique. Le chemin parcouru étant très-petit, le travail résistant sera donc à peu près nul. Enfin, pour vaincre l'inertie, on fait osciller le mercure autour de sa position d'équilibre dans le tube de verre, au moyen d'un petit levier qui permet d'agir sur le disque compresseur. Le manomètre ainsi construit a été vérifié jusqu'à 80 atmosphères, à l'aide d'un manomètre très-grand, dans lequel l'air comprimé était remplacé par de l'hydrogène. La graduation avait été faite en s'appuyant sur les nombres publiés par M. Regnault. L'appareil de pression, tel que je viens de le décrire très-rapidement, donne facilement des pressions de 8 à 900 atmosphères, qui peuvent être maintenues pendant assez longtemps. Les dangers de rupture d'une pièce de la machine sont à peu près nuls; des tubes en acier pleins de liquide se sont souvent fendus sans que leurs parties aient été projetées.

» Dans une expérience où je comprimais vers 850 atmosphères 60 centimètres cubes d'hydrogène, le tube-laboratoire s'étant fendu, le gaz comprimé, en se détendant subitement, détona comme un fort coup de pistolet, mais les éclats de verre brisés ne purent être projetés, grâce à l'enveloppe métallique.

» Pour étudier la loi de Mariotte sous les hautes pressions, j'emploie un tube cylindrique en verre, pouvant contenir 40 à 50 centimètres cubes de gaz; à ce réservoir est soudé un tube capillaire en verre dans lequel seront mesurés les gaz comprimés. L'autre extrémité du réservoir est ouverte et effilée. Cet appareil étant rempli du gaz à étudier pur et sec, on soude l'extrémité du tube capillaire, et l'on adapte à la pointe inférieure une sorte de petite éprouvette renversée et pleine de mercure, ce qui permet de transporter l'appareil dans le tube-laboratoire rempli de mercure. Au moment où la pression est donnée par la machine, le mercure, pressé par l'eau, pénétrera dans le réservoir par la partie effilée, refoulera les gaz dans le tube capillaire et viendra s'arrêter en un point de sa hauteur. Afin de déterminer exactement ce point, ce qui ne peut être fait pendant l'expérience, puisque l'appareil est renfermé dans le tube d'acier, j'ai eu recours à un artifice qui donne des résultats d'une extrême précision.

» A cet effet je dore légèrement l'intérieur du tube capillaire par le procédé de M. Bötiger. Le mercure, en s'élevant contre les parois, dissout l'or qu'il rencontre, et la hauteur du métal brillant correspond exactement à la hauteur atteinte par le mercure. On note ce point sur une couche de vernis appliquée sur la surface du verre. On comprend qu'on peut déterminer

ainsi une grande quantité de hauteurs correspondant aux volumes occupés par le gaz à des pressions déterminées par le manomètre.

» L'exactitude des déterminations que j'ai obtenues dépend surtout: 1° du pointage de la hauteur atteinte par le mercure dans le tube capillaire; 2° des pesées de ce mercure; 3° enfin de la précision du manomètre. Je me suis assuré par de nombreuses expériences que le volume du mercure pouvait être obtenu très-exactement : sa pesée a toujours été une moyenne de quatre opérations. Quant à la précision du manomètre, je l'ai déjà discutée; de plus, j'ai comprimé, en même temps, dans le même tube-laboratoire, deux gaz différents. Je prouvais ainsi que les volumes occupés par les deux gaz sous une pression identique correspondaient bien aux nombres trouvés dans mes expériences. Je n'ai pas fait subir aux nombres obtenus la correction due à la compressibilité de l'appareil en verre, je ne connais pas cette contraction. Seulement j'ai fait toutes mes déterminations pour les différents gaz sous les mêmes pressions, de telle sorte que, si une cause d'erreur non reconnue venait vicier mes résultats d'une même quantité, les expériences faites dans des conditions identiques resteraient encore comparables.

» Ainsi que l'a fait M. Regnault, dans les mémorables recherches qu'il a entreprises sur la compressibilité des gaz, j'ai calculé les écarts de la loi de Mariotte en employant la formule $\frac{VP}{V'P'}$; ce sont les nombres ainsi obtenus que j'ai pris comme longueur des ordonnées pour la construction des courbes que je ne peux publier ici :

Nombre d'atmosphères.	Hydrogène.	Air.
60	0,9810	1,0131
80	»	1,0118
90	»	1,0106
100	0,9552	1,0098
125	0,9442	1,0062
150	0,9372	1,0047
175	»	1,0027
200	0,9158	0,9990
225	0,9078	0,9862
250	0,9001	0,9792
275	»	0,9599
300	0,8761	0,9465
325	0 8670	0,9230
350	0,8537	0,9047

Nombre d'atmosphères.	Hydrogène.	Air.
375	[illegible]	0,8929
400	0,8347	0,8672
450	0,8136	0,8265
500	0,7893	0,7927
550	0,7701	0,7502
605	0,7580	0,7215
660	»	0,6895
705	»	0,6660

» Les résultats ci-dessus ont été obtenus en opérant sur $43^{cc},638$ à $+15^{\circ}$.

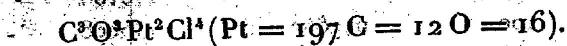
» On voit d'après ces nombres, que la loi de Mariotte ne se vérifie pas à des pressions un peu élevées; chaque gaz semble suivre, en se contractant, une marche spéciale. L'hydrogène décroît régulièrement; l'air, au contraire, présente, vers 80 atmosphères, un maximum des plus curieux, pour décroître ensuite plus rapidement que l'hydrogène.

» En présentant à l'Académie ces expériences encore bien incomplètes, j'ai voulu simplement prendre date pour me réserver le temps nécessaire à leur exécution.

» Je m'occupe en ce moment de pousser mes déterminations à des pressions plus élevées et à les étendre aux autres gaz. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du protochlorure de platine avec l'oxyde de carbone.* Note de SCHÜTZENBERGER, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter antérieurement à l'Académie, j'ai décrit un composé volatil de platine, de chlore et d'oxyde de carbone répondant à la formule



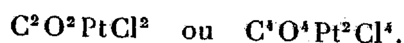
$$C^2O^2Pt^2Cl^4 \,(Pt = 197\; C = 12\; O = 16).$$

Je préparais ce corps en dirigeant un mélange de chlore et d'oxyde de carbone secs sur de l'éponge de platine chauffée entre 300 et 400 degrés. J'ai reconnu, depuis, l'existence de deux nouveaux composés analogues, et j'ai notablement amélioré et simplifié la préparation de ces produits.

» Un tube en verre de 1 centimètre à $1^{c},5$ de diamètre et de 1 mètre de long, renferme de l'éponge de platine maintenue entre deux tampons d'amiante sur une longueur de 30 centimètres. Cette portion du tube est chauffée dans un bain d'huile horizontal à environ 250 degrés. On com-

mence par faire passer un courant de chlore sec, puis, lorsque tout le platine est converti en protochlorure, on remplace le chlore par de l'oxyde de carbone ou un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Le platine est ainsi en peu de temps transporté dans la partie froide du tube à l'état d'un composé jaune volatil qui se dépose sous forme d'aiguilles jaunes et de flocons.

» Ce produit est un mélange de deux composés; l'un jaune, fusible à 130 degrés, répond à la formule $C^3O^3Pt^2Cl^4$. Le second, presque incolore, sublimable en aiguilles blanches, a pour formule

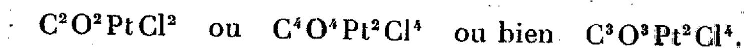


$$C^2O^2PtCl^2 \quad \text{ou} \quad C^4O^4Pt^2Cl^4.$$

On peut l'obtenir pur en saturant le composé obtenu dans l'expérience précédente par de l'oxyde de carbone pur à 155 degrés. Réciproquement, le composé $C^2O^2PtCl^2$, chauffé à 210 degrés dans un courant lent d'acide carbonique ou d'air, perd de l'oxyde de carbone et se change en composé $C^3O^3Pt^2Cl^4$.

» L'un et l'autre de ces deux produits se décompose à 250 degrés en perdant de l'oxyde de carbone pur et se change en un corps fusible à 194 degrés, sublimable en belles aiguilles jaune d'or et représenté par la formule $COPtCl^2$ ou $C^2O^2Pt^2Cl^4$.

» Ce dernier peut également reprendre de l'oxyde de carbone, lorsqu'on le chauffe en présence de ce gaz. Suivant la température, il donne



$$C^2O^2PtCl^2 \quad \text{ou} \quad C^4O^4Pt^2Cl^4 \quad \text{ou bien} \quad C^3O^3Pt^2Cl^4.$$

Vers 360 degrés, $COPtCl^2$ se détruit en donnant du platine et du gaz phosgène.

» En résumé, en variant les conditions de température, on peut obtenir à volonté trois combinaisons distinctes de protochlorure de platine et d'oxyde de carbone :

» 1° $COPtCl^2$, chloro-platinate de carbonyle, c'est le composé le plus stable de la série, fusible à 194 degrés;

» 2° $C^2O^2PtCl^2$, chloro-planitinite de dicarbonyle, fusible à 142 degrés;

» 3° $C^3O^3Pt^2Cl^4 = COPtCl^2 + C^2O^2PtCl^2$, qui représente une combinaison d'une molécule de chacun des précédents; fusible à 130 degrés.

» Ces trois corps sont immédiatement décomposés par l'eau avec mise en liberté de platine et formation d'acide chlorhydrique et d'acide carbonique, ou d'un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

» L'alcool les décompose aussi avec mise en liberté de platine et formation probable d'éther chloroxycarbonique.

» Lorsqu'on dessèche dans le vide, au-dessus de l'acide sulfurique, une dissolution alcoolique (alcool absolu) et de bichlorure de platine, il reste, après huit ou dix jours de dessiccation, une masse cristalline jaune très-déliquescente, qui commence à se décomposer vers 50 degrés, et qui répond à la formule $PtCl^4.2C^2H^6O$, combinaison de bichlorure de platine, avec deux molécules d'alcool, non encore décrite. »

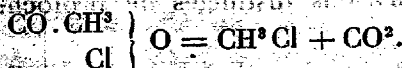
CHIMIE. — *Sur l'action de l'acétylène sur l'anhydride mixte acétohypochloreux (acétate de chlore)*. Note de **M. M. Prudhomme**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On sait que l'acétate de chlore se combine directement aux carbures non saturés de la série de l'éthylène, et notamment à l'éthylène, au caprylène, à l'amylène pour former des acétochlorhydrines. Il était intéressant d'étudier la même réaction avec l'acétylène.

» En dirigeant un courant lent d'acétylène dans de l'acétate de chlore étendu d'anhydride acétique, et contenant 8 à 10 grammes d'acide hypochloreux pour 35 à 40 grammes d'acide acétique anhydre, on constate que le liquide s'échauffe et que le gaz acétylène est absorbé. Dans ces conditions, on ne trouve, lorsque la réaction est terminée, que de l'acide acétique et un gaz chloré tenu en dissolution, et qui se dégage par la chaleur ou l'addition d'eau. Ce gaz offre la composition et les propriétés du chlorure de méthyle, CH^3Cl.

» La production d'un dérivé méthylique est liée à la décomposition de l'acétate de chlore et à la formation simultanée d'acide carbonique.

» On a, en effet,

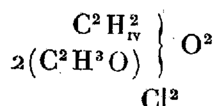


$$\left.\begin{matrix} CO.CH^3 \\ Cl \end{matrix}\right\} O = CH^3Cl + CO^2.$$

» Quant à l'acétylène qui, par sa présence, a déterminé cette décomposition, il se dégage intact ou entre dans une combinaison non encore isolée.

» Si l'on emploie de l'acétate de chlore très-dilué (15 grammes Cl^2O environ pour 100 grammes d'anhydride acétique) et refroidi à — 10 degrés au moins, l'acétylène est absorbé sans production notable de chlorure de méthyle, et l'eau sépare du liquide saturé un liquide un peu sirupeux, d'une odeur aromatique un peu forte et spéciale, bouillant vers 120 degrés dans le vide (2 centimètres de pression). Ce liquide a donné à l'analyse des

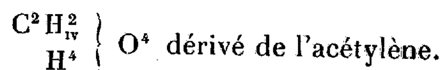
nombres qui conduisent à la formule



$$\left.\begin{matrix} C^2H^2_{iv} \\ 2(C^2H^3O) \end{matrix}\right\} O^2 \atop Cl^2$$

» Il représente donc une combinaison de 1 molécule d'acétylène avec 2 molécules d'acétate de chlore.

« Ce serait l'acétochlorhydrine d'un alcool tétratomique :



$$\left.\begin{matrix} C^2H^2_{iv} \\ H^4 \end{matrix}\right\} O^4 \text{ dérivé de l'acétylène.}$$

» La potasse aqueuse le dissout en peu de temps à l'ébullition. Le faible rendement obtenu dans mes opérations ne m'a pas permis, jusqu'à présent, d'étudier le composé formé par la saponification de cette acétochlorhydrine. Néanmoins, je compte poursuivre mes recherches dans cette voie.

» Analyses :

1° Matière...	0,338	Acide carbonique...	0,4245	Eau...	0,123
2° Matière...	0,3458	Chlorure d'argent...	0,464		

			I.	II.
C^8......	72	33,48	34,25	»
H^8......	8	3,72	4,04	»
O^4......	64	29,78	»	»
Cl^2......	71	33,02	»	33,17
	215	100,00		

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de la Sorbonne (École pratique). »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'anhydride sulfurique sur le protochlorure et le sesquichlorure de carbone.* Note de **M. M. Prudhomme**, présentée par M. H. Sainte-Claire-Deville.

« Dans un travail présenté en juillet 1869 et inséré dans les *Comptes rendus*, M. Schützenberger a démontré qu'un mélange d'anhydride sulfurique et de perchlorure de carbone dégage de l'oxychlorure de carbone en laissant un liquide bouillant vers 140 degrés, principalement formé d'oxychlorure de soufre, $S^2O^5Cl^2$, identique avec le produit de M. Rose, préparé

par l'anhydride sulfurique et le chlorure de soufre. On a, en effet,



$$S^2O^6 + CCl^4 = S^2O^5Cl^2 + COCl^2.$$

» En chauffant le mélange au bain-marie, et en faisant passer le gaz qui se dégage dans un tube en U refroidi, vers — 10 degrés, on obtient en très-peu de temps du chloroxyde de carbone liquide en quantité notable.

» D'après les conseils de M. Schützenberger, j'ai étudié l'action de l'anhydride sulfurique sur le protochlorure de carbone et sur le sesquichlorure.

» *Avec le protochlorure*, C^2Cl^4, ou éthylène perchloré, et l'anhydride sulfurique, tous deux chauffés en tube clos à 150 degrés, on obtient de l'acide sulfureux et de l'aldéhyde perchlorée ou chlorure d'acétyle trichloré, d'après l'équation



$$2(C^2Cl^4) + S^2O^6 = 2(C^2Cl^4O) + S^2O^4.$$

» Cette réaction se produit même lentement à froid. A l'ouverture des tubes, il s'échappe beaucoup d'acide sulfureux; le liquide fournit à la distillation fractionnée un liquide incolore mobile, bouillant à 118 degrés, décomposable par l'eau en acide chlorhydrique et acide trichloracétique, offrant, en un mot, tous les caractères de l'aldéhyde perchlorée.

» *Avec le sesquichlorure*, $C^2Cl^4Cl^2$, la réaction ne commence qu'au-dessus de 100 degrés, vers 150 degrés. En chauffant en vase clos à cette température, on obtient également de l'aldéhyde perchloré et de l'oxychlorure de soufre, $S^2O^5Cl^2$, bouillant vers 140 degrés. On a, en effet,



$$C^2Cl^6 + S^2O^6 = C^2Cl^4O + S^2O^5Cl^2.$$

» La production d'acide sulfureux est très-minime. Un mélange d'acide sulfurique anhydre et de protochlorure de carbone abandonné à lui-même dans un vase incomplétement fermé, et pouvant donner accès à l'humidité, dépose à la longue de beaux prismes transparents, à quatre faces, paraissant être de l'acide éthionique chloré.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de la Sorbonne (École pratique). »

CHIMIE. — *Observations sur la constitution de la flamme du bec de gaz désigné sous le nom de* papillon; *par* **M. A. Baudrimont.**

« La flamme du bec de gaz dit *papillon* est connue de tous. On sait qu'elle est formée d'une partie obscure, à l'issue du bec métallique, dont

émane le gaz qui la produit, et d'une partie éclairante qui enveloppe cette dernière. Ce fait m'a toujours paru irrégulier et me semblait mériter une explication.

» En examinant la partie obscure de cette flamme avec quelque attention, je vis qu'elle présentait quelquefois, dans son intérieur, des pointes scintillantes très-brillantes. Si l'on en approche un morceau de papier, il s'enflamme immédiatement. Ces faits me donnèrent lieu de penser que cette partie de la flamme pouvait être à une température assez élevée. J'avais l'intention de mesurer cette température, à l'aide d'une petite pile formée de fils métalliques, pile dont l'invention est due à M. Becquerel père; mais, avant de faire cette opération, je voulus voir si un fil de platine y deviendrait lumineux, comme ceux que M. Gillard plaçait dans ses becs à gaz hydrogène, pour les rendre éclairants. J'introduisis à plat, dans cette partie de la flamme, un fil de platine d'environ $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre : ce fil devint immédiatement d'un blanc éblouissant et *entra en fusion*. Le même fil, placé dans la partie éclairante de la flamme, y devint lumineux, mais moins que dans la partie obscure, et n'entra point en fusion; placé transversalement dans la flamme obscure et de manière à la traverser, il demeure obscur dans la partie moyenne de l'épaisseur de cette flamme, et n'est rendu incandescent que par ses bords ou sa partie externe.

» La flamme obscure est donc formée de deux parties distinctes : une moyenne, dont la température est rélativement très-basse, et une enveloppante qui est à la température où le platine entre en fusion.

» La flamme d'une chandelle ou d'une bougie est formée de trois parties distinctes : une centrale, obscure, dont on démontre facilement l'existence à l'aide d'une toile métallique; une moyenne, éclairante, et une externe, peu éclairante, dont la température, mesurée par M. Becquerel, a été trouvée de 1350 degrés. La partie moyenne éclairante est séparée des deux autres dans la flamme du bec-papillon.

» J'ai vérifié que la partie externe d'une forte chandelle de suif, dite *des quatre à la livre*, n'atteint pas une température assez élevée pour fondre le platine.

» Je me suis assuré que le fil dont je me suis servi était formé de platine pur et qu'il ne contenait point d'argent, comme cela arrive quelquefois.

» Si le fil de platine n'entre pas en fusion quand on le plonge perpendiculairement dans la flamme du papillon, cela me paraît être dû au refroidissement qu'il éprouve de la part de l'air ambiant. Aussi je pense que les couples des petites piles de M. Becquerel doivent donner des indications

variables, selon le diamètre des fils qui entrent dans leur composition, et selon qu'ils sont plus ou moins plongés dans la flamme dont on veut déterminer la température. »

HISTOLOGIE. — *Contribution à la connaissance de la structure intime de la glande mammaire.* Note de MM. G. GIANNUZZI et E. FALASCHI, présentée par M. Claude Bernard.

« Une partie des recherches sur l'anatomie de la glande mammaire, dont nous avons l'honneur d'exposer les résultats à l'Académie, a été déjà publiée dans le journal *la Rivista scientifica dell' Accademia de fisiocritici. Siena, Gennaio* 1870. Nous avons poursuivi nos observations pendant tout l'hiver passé, et nous pouvons, dès à présent, en tirer les conclusions suivantes :

» 1° Si l'on injecte avec le bleu de Prusse les conduits galactophores de la glande mammaire de la brebis, de la chèvre et de la vache, en employant l'appareil à injection de M. Ludwig, on voit clairement qu'ils forment à leur origine des réseaux autour des cellules excrétoires qui se trouvent dans les acini. Ces réseaux sont semblables à ceux des conduits pancréatiques. Les canaux dont ils sont formés n'ont aucune paroi propre.

» Pour arriver à ces résultats, il faut employer une glande qui ne contienne pas de lait, car il serait impossible de pouvoir bien injecter les conduits galactophores jusqu'à leur origine.

» 2° Les cellules excrétoires sont des cellules polygonales, ayant une forme plus ou moins aplatie. Leur contenu est granuleux, avec un très-grand nombre de granules et de gouttes graisseuses. Elles ont un noyau très-distinct et un prolongement semblable à celui des cellules des glandes salivaires et pancréatiques. Il y a aussi des cellules avec deux prolongements.

» Nos observations ont été faites chez la femme, la brebis, la vache et la chèvre.

» 3° Les matières liquides qu'on injecte dans les conduits excréteurs filtrent très-facilement des parois de la glande. On observe la même chose dans le pancréas et les glandes salivaires. Aucune partie solide, si petite qu'elle soit, ne peut passer.

» La pression que nous avons employée pour effectuer nos recherches a été, au plus, égale à celle d'une colonne de mercure de 10 ou 12 centimètres. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 20 mai.* Note de M. CHAPELAS.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résultat de nos observations de l'aurore polaire qui s'est produite dans la soirée du 20 mai courant.

» *État du ciel.* — 0,7 visibles; bandes de cirro-stratus très-denses, s'étendant de l'ouest à l'est par le nord.

» A 10 heures, commencement de notre observation, le ciel offre déjà au nord-ouest, nord-nord-ouest, une teinte blanchâtre toute particulière, qui persiste ainsi jusque vers $11^h 15^m$, heure à laquelle le ciel s'illumina, d'une clarté rendue plus brillante encore par l'opposition des nuages obcurs.

» Quelques rayons apparaissent, mais toujours diffus, et rencontrant évidemment, dans leur développement vertical, la résistance très-intense des courants du sud.

» A son maximum de densité, le phénomène occupe un espace compris entre la constellation des Gémeaux et celle de Cassiopée : soit, en amplitude, 65 degrés environ. Sa plus grande hauteur ne dépasse pas 35 degrés.

» Si ce fragment d'aurore boréale n'offrait rien de remarquable quant à l'intensité lumineuse des rayons, il présentait du moins un grand intérêt dans l'étude de ses mouvements très-accentués de l'ouest à l'est, et du sud au nord.

» Les phénomènes atmosphériques qui se sont produits dans la journée d'hier, c'est-à-dire environ trente-six heures après l'apparition de cette aurore, vérifient amplement ce fait que nous ne cessons de signaler, que toujours ces manifestations polaires sont les avant-coureurs de grandes perturbations dans l'atmosphère, perturbations venant du sud-ouest, c'est-à-dire suivant la résultante des deux mouvements que nous avions si bien constatés dans le phénomène que nous venons de décrire. »

GÉOLOGIE. — *Sur deux faits contemporains de soulèvement.* Extrait d'une Lettre de M. DE BOTELLA à M. Élie de Beaumont.

« Madrid, 18 mai 1870.

» Voici deux faits de soulèvement très-curieux, que je me permets de soumettre à votre appréciation, parce qu'ils sont complétement authentiques.

» Dans la province de Zamora, on observe que, du village de Villar don Diego, on découvre aujourd'hui la moitié de la tour du clocher de

Benafarces, village de la province de Valladolid, tandis qu'il y a vingt-trois ans, en 1847, on apercevait à peine la pointe de ce même clocher.

» Le même fait s'est reproduit avec la même intensité et dans les mêmes circonstances dans la province d'Alava, et l'on y observe que, depuis le village de Salvatierra, on découvre aujourd'hui en entier le village de Salduende, tandis qu'en 1847 c'est à peine si l'on distinguait la girouette de son clocher.

» Les quatre points cités se trouvent sur une ligne qui passerait par Burgos et dont la direction est O. 28° 39' S. à E. 28° 39' E., c'est-à-dire sensiblement parallèle au système du Sancerrois. Une distance de 300 kilomètres sépare les points extrêmes de la ligne de soulèvement. »

M. Élie de Beaumont rappelle que des faits analogues à ceux que M. de Botella a constatés ont été signalés il y a un certain nombre d'années en Wurtemberg, et il ajoute qu'une fois admis que les faits de ce genre ne sont pas de simples illusions, on les verra probablement indiqués en plus grand nombre.

M. Terrien adresse, de Saint-Nazaire, des « Observations sur la décomposition de l'eau par la pile ».

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Regnault.)

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son doyen **M. Becquerel**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante par suite du décès de *M. Magnus*:

En première ligne . . . . . . **M. Joule**, à Manchester.

En seconde ligne et par ordre alphabétique . . . .
- **M. Angström**, à Upsal.
- **M. Billet**, à Dijon.
- **M. Dove**, à Berlin.
- **M. Grove**, à Londres.
- **M. Henry**, à Philadelphie.
- **M. Jacobi**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. Lloyd**, à Dublin.
- **M. Riess**, à Berlin.
- **M. Stockes**, à Cambridge.
- **M. W. Thomson**, à Glascow.
- **M. Tyndall**, à Londres.
- **M. Volpicelli**, à Rome.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut, 107e liv. Paris, 1870; in-4° texte et planches.

Histoire générale de Paris. La Seine. I. Le bassin parisien aux âges antéhistoriques; par M. E. BELGRAND. Texte. Planches de paléontologie. Planches de géologie et de conchyliologie; 3 vol. in-4°.

Matériaux pour la paléontologie suisse, ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes; publié par M. F.-J. PICTET, cinquième série, liv. 6, 7, 8. Genève et Bâle, 1869-1870; 2 br. in-4°.

Recherches sur la composition et la signification de l'œuf, basées sur l'étude de son mode de formation et des premiers phénomènes embryonnaires (Mammifères, Oiseaux, Crustacés, Vers); par M. Ed. VAN BENEDEN. Bruxelles, 1870; in-4° avec planches. (Présenté par M. Ch. Robin).

Chambre des représentants. Séance du 7 mai 1870. Acquisition du Jardin de botanique de Bruxelles. Rapport fait, au nom de la Section centrale, par M. B.-C. DU MORTIER. Bruxelles, sans date; in-4°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Collection in-8°, t. I, 1er fascicule. Bruxelles, 1870; in-8°.

Du choc; par M. Ath. DUPRÉ. (Partie expérimentale en commun avec M. P. DUPRÉ.) Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*.)

Mémoire sur le rapport existant entre le volume des enfants et leur résistance vitale dans l'accouchement; par M. VILLENEUVE. Marseille, 1870; in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Bulletin de l'Association française contre l'abus du tabac, t. I, 1869, n° 1, 1870. Paris, 1869-1870; 2 br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Sur la viscosité superficielle des lames de solution de saponine; par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, 1870; br. in-8°.

Inhumations précipitées. Fondation de deux prix par M. le Marquis D'OURCHES *pour la découverte de moyens certains de les prévenir*. Saint-Germain-en-Laye, 1869; br. in-12. (Présenté par M. A. de Caligny.)

La Société royale danoise des Sciences. Copenhague. Questions mises au concours pour l'année 1870. Copenhague, 1870; 4 pages in-8°. (2 exemplaires.)

Bibliographie statistique du royaume de Norvége pour les années 1850-1869, *communiquée par* M. A.-N. KIAER, chef du Bureau de Statistique. Christiania, 1869; opuscule in-4°.

La Norvége littéraire; par M. P. BOTTEN-HANSEN. Christiania, 1868; in-8°.

Le glacier de Boium en juillet 1868; *par* M. S.-A. SEXE. Christiania, 1869; in-4°.

Rapport au Congrès international de Statistique à la Haye, sur l'état de la statistique officielle du royaume de Norvége. Christiania, 1869; in-8°.

Tables... *Tables pour faciliter la réduction des lieux des étoiles fixes, préparées pour l'usage des éphémérides américaines et de l'Almanach nautique.* Washington, 1869; 1 vol. in-8° relié.

Reports... *Rapports sur l'éclipse totale de soleil du* 7 *août* 1869, *publiés sous la direction du comm.* B.-F. SANDS. Washington, 1869; 1 vol. in-4° relié, avec photographies.

Rassegna... *Recueils de quelques écrits relatifs à l'addition des intégrales elliptiques et abéliennes; par* M. A. GENOCCHI. Rome, 1870; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Biblografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Dante... *Dante et la Sicile, souvenirs; par* M. L. VIGO. Palerme, 1870; in-8°.

Osservazioni... *Observations sur l'Épître de* Pierre Pelerin *relativement aux progrès de la science,* 3ᵉ partie. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Présenté par M. d'Avezac.)

Mittheilungen... *Communications de la Société anthropologique de Vienne,* n° 1, publié comme spécimen le 30 mars 1870. Vienne, 1870; in-8°.

Beitrag... *Essai sur la connaissance des reptiles de l'Espagne et du Portugal; par* M. O. BÖTTGER. Offenbach, 1869; br. in-8°.

Untersuchungen... *Recherches sur l'histoire naturelle des hommes et des animaux; par* M. J. MOLESCHOTT, t. X. Giessen, 1870; in-8°.

Der... *Le constructeur pratique de machines,* n° 1. Leipzig, 1870; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1868. Paris, 1869; in-4°.

L'Institut impérial de France. Ses diverses organisations, ses Membres, ses Associés et ses Correspondants; par M. Alf. POTIQUET. Paris, 1870; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix de Statistique, 1870.)

Angines aiguës ou graves : origine, nature, traitement; par M. MOURA. Paris, 1870; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Étude critique de l'embolie dans les vaisseaux veineux et artériels; par M. E. BERTIN. Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

De l'atrésie des voies génitales de la femme; par M. Al. PUECH. Paris, 1864; in-4°. (Adressé par l'auteur au concours du prix Godard, 1870.)

Rapport sur les mines de plomb, argent, cuivre et zinc de Zell-sur-Moselle, régence de Coblentz (Prusse rhénane), ayant appartenu à la Société des Mines de Wiesbaden, présenté par M. A. VÉZIAN. Besançon, 1870; in-4°.

De la critique rationnelle dans les sciences physiques et naturelles; par M. A. VILLOT. Grenoble, 1870; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Études statistiques sur le recrutement dans le département de la Moselle; par M. RICHON. Metz, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, fondée le 1er *juin* 1862, t. VIII, 8e année, n° 3. Bruxelles, 1870; in-8°.

Philosophie expérimentale. Deux Lettres sur la doctrine de Gall, adressées à l'un des Membres de l'Institut; par M. H. DEJORT. Rennes, 1870; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Analyse du livre de M. le Dr Carrière sur le climat de Pau; par M. CAZENAVE DE LA ROCHE. Pau, 1870; in-12. (2 exemplaires.)

Monographie de la préfoliation dans ses rapports avec les divers degrés de la classification; par M. D. CLOS. Toulouse, 1870; br. in-8°.

Nouvelle méthode de langage par signes à l'usage des sourds-muets et de toute autre personne; par M. SAINTARD. Paris, 1864; in-12.

Compte rendu des éducations précoces de vers à soie faites en 1870 *dans la*

magnanerie expérimentale du Comice agricole du canton de Ganges (Hérault). Montpellier, 1870; br. in-8°.

Examen... *Examen historico-critique des travaux relatifs à la flore hispano-lusitanienne. Fragments allant jusqu'à la fin du* XVIe *siècle; par* don Miguel COLMEIRO. Madrid, 1870; in-8°.

Sulla... *Sur la loi des dérivées générales des fonctions de fonctions de plusieurs variables indépendantes et sur la théorie des formes de division des nombres entiers; par* M. G. BATTA MARSANO. Gênes, 1870; in-4°.

Della... *De la distribution de l'électricité sur les conducteurs isolés; par* M. le prof. VOLPICELLI. Sans lieu ni date; br. in-4°. (2 exemplaires.)

Intorno... *Histoire et documents relatifs à l'eau de la solfatare de Pouzzoles.* Naples, 1869; br. in-8°.

Almanach... *Almanach de l'Académie impériale des Sciences*, XIXe année. Vienne, 1869; in-12.

Die... *Observations de température, correspondant aux années* 1848-1863, *faites dans les stations des observatoires autrichiens, et disposées par moyennes de cinq jours; par* M. C. JELINEK, Directeur de l'Observatoire central de météorologie et de magnétisme terrestre. Vienne, 1869; in-4°.

Jahrbücher... *Annuaire de l'Observatoire impérial et royal de météorologie et de magnétisme terrestre; par* MM. C. JELINEK *et* C. FRITSCH. Nouvelle série, t. IV, année 1867. Vienne, 1869; in-4°.

En... *Description anatomique des bourses muqueuses existant aux extrémités supérieures et inférieures, appuyée de quelques observations et accompagnée de dessins exécutés par le préparateur.* Mémoire couronné de M. A.-S.-D. SYNNESTREDT, *publié par* M. J. VOSS. Christiania, 1869; in-4° texte et planches.

Forhandlinger... *Mémoires de l'Académie des Sciences de Christiania*, année 1868. Christiania, 1869; in-8°.

Beretning... *Rapport sur le mouvement des maisons de détention en* 1868. Christiania, 1869; in-8°.

Det... *Université royale Frédérique de Norvége. Annuaire pour* 1868. Christiania, 1869; in-8°.

Undersogelser... *Faune des profondeurs du fiord de Christiania. Observations faites durant un voyage zoologique dans l'été de* 1868 *par* M. G.-O. SARS. Christiania, 1869; in-8°.

Forhandlinger... *Congrès des Naturalistes scandinaves : 10e réunion, tenue à Christiania du 4 au 10 juillet* 1868. Christiania, 1869; in-8°.

Om... *Les caractères de la végétation autour de Sognefiord, par* M. A. Blytt. Christiania, 1869; in-8°.

The... *Journal de la Société de Chimie*, t. VIII, février, mars, avril 1870. Londres, 1870; 3 liv. in-8°.

ERRATUM.

(Séance du 16 mai 1870.)

Page 1066, ligne 21, *au lieu de* (*Bochoro*), *lisez* (*Bochorno*, le *Vulturnus* des Latins, vent du sud-est).

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture, par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres.* Note de **MM. Ch. Martins** et **G. Chancel**, communiquée par M. le général Morin.

« La glace surnageant à l'eau, Galilée en avait conclu que celle-ci devait se dilater en se congelant. Les Académiciens de Florence voulurent vérifier cette assertion par des expériences variées et concluantes : ils constatèrent que les volumes de l'eau liquide et de l'eau solide étaient entre eux comme 8 : 9, rapport peu éloigné de celui de $\frac{10}{11}$ qu'on a trouvé depuis. On cite rarement les expériences des Académiciens de Florence, mais tous les Traités de Physique mentionnent, à propos de l'augmentation du volume de l'eau passant à l'état de glace, la rupture des bombes que le major Edward Williams fit éclater par ce moyen à Québec, en décembre 1784 et janvier 1785. Dans sept expériences, le bouchon fut projeté à une grande distance. Sa projection était immédiatement suivie de la sortie d'un cylindre de glace. Une seule fois, le 4 janvier, par une température de — 24 degrés C., la bombe creva, se sépara en deux moitiés, et immédiatement deux lames de glace firent saillie entre les deux fragments.

» Ayant eu quelques projectiles creux à notre disposition, nous avons

voulu reproduire cette rupture, afin d'observer, plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, les phénomènes qui l'accompagnent. Nous choisîmes une bombe de 22 centimètres de diamètre extérieur, 26 millimètres d'épaisseur de fonte, et par conséquent de 2610 centimètres cubes de capacité intérieure. Cette bombe ayant été remplie d'eau à + 4 degrés, son orifice taraudé fut fermé au moyen d'une vis munie d'un disque de fer, qui s'appliquait exactement sur la courbure de la bombe. Une rondelle de plomb interposé complétait la fermeture. La vis fut fortement serrée, le plomb rabattu sur les bords et la bombe placée dans un mélange réfrigérant de neige et de sel, dont la température se maintint à — 21 degrés. Au bout d'une heure et demie, le projectile éclata suivant un grand cercle passant par l'orifice, et se sépara en deux fragments. La couche de glace était régulière et d'une épaisseur de 10 millimètres. Le volume de la glace s'élevait à 814 centimètres cubes; mais ce volume de glace correspond à un volume d'eau moindre de $\frac{1}{11}$, ou de 74 centimètres cubes. Or, l'eau se comprimant de 50 millionièmes par atmosphère, nous trouvons que la force qui a fait éclater la bombe était de 550 atmosphères, en supposant la glace compressible comme l'eau, et de 912 en la supposant incompressible. On verra plus loin que l'hypothèse de la compressibilité de la glace est beaucoup plus probable que la supposition contraire.

» Nous avons pensé qu'il serait curieux de répéter ces expériences sur des projectiles creux plus petits que des bombes : ils avaient l'avantage de nous permettre l'emploi de la balance. Une première grenade, de 124 centimètres cubes de capacité intérieure, éclata au bout d'une heure un quart de séjour dans le mélange réfrigérant. Le poids de la glace formée était de 32 grammes. La force qui a déterminé la rupture est représentée par 440 atmosphères. Une seconde grenade de même grosseur était tapissée, à sa surface intérieure, d'une couche de glace pesant $42^{gr},4$, d'où l'on déduit une pression de 574 atmosphères. Pour la grenade précédente, nous avions trouvé 134 atmosphères de moins. Ces différences tiennent évidemment à l'inégale ténacité de la fonte, à son manque d'homogénéité et à des pailles qu'elle contient presque toujours.

» Pour compléter et contrôler ces expériences, nous avons voulu connaître la température de l'eau liquide, au centre du projectile, immédiatement avant l'explosion. On sait, en effet, par les recherches théoriques de S. Carnot, de Clausius, de James Thomson, et les vérifications expérimentales de William Thomson, de Mousson, de Tyndall et de Helmholtz, que la pression abaisse le point de congélation de l'eau. Cet abaissement est de $0°,0075$ C. par atmosphère ou de 1 degré pour 133 atmosphères. Voulant

que le réservoir du thermomètre fût au centre de la bombe, nous avons prolongé la vis qui fermait la bombe en un cylindre de même diamètre, et d'une longueur égale au rayon intérieur de la bombe de $0^m,22$. Ce cylindre était en fer rubané, enroulé sur lui-même comme celui des canons de fusil. Un trou fut foré dans l'axe du cylindre, pour recevoir un thermomètre dont le réservoir, entouré de mercure, se trouvait au centre de la masse liquide, tandis que la partie graduée du tube faisait saillie à l'extérieur. La température initiale de l'eau intérieure préalablement déterminée, le projectile était plongé dans un mélange réfrigérant, et, au moyen de deux lunettes, deux observateurs lisaient à distance les indications du thermomètre. Une première bombe éclata au bout d'une heure vingt-cinq minutes. La température de l'eau était descendue de $10°,7$ à $-2°,8$. La couche de glace formée avait 6 millimètres d'épaisseur, et on en conclut une pression de 433 atmosphères. En calculant par la température finale, on trouve 373 atmosphères, accord satisfaisant quand il s'agit d'expériences où certains éléments du calcul ne peuvent être rigoureusement déterminés, tandis que d'autres doivent être complétement négligés. Nous citerons, par exemple, l'augmentation de volume de la capacité intérieure de la bombe. M. Delon, ingénieur des Ponts et Chaussées, a pu l'apprécier sur des conduites en fonte, de 3 kilomètres de longueur, qu'il avait établies pour élever les eaux de l'Orbe au sommet de la colline qui porte la ville de Béziers. Cette eau était comprimée à 12 atmosphères seulement. M. Delon a déduit de ses observations que, dans nos expériences sur les bombes, il fallait diminuer de $\frac{1}{15}$ le nombre d'atmosphères que nous avons trouvé, soit par la congélation d'une partie du liquide, soit par sa température finale. En prenant la moyenne des deux résultats obtenus par l'une et l'autre méthode, on trouve que la pression qui a fait éclater la dernière bombe est égale à 376 atmosphères seulement.

» Dans une seconde expérience, sur une autre bombe de $0^m,22$, la température de l'eau intérieure descendit de $8°,4$ à $-4°,2$. L'épaisseur de la couche de glace était de 10 millimètres, et la pression de 590 atmosphères; la pression déduite de la température est de 560; et la moyenne, en retranchant $\frac{1}{15}$, se réduit à 540 atmosphères.

» En résumé : 1° la rupture des projectiles creux en fonte, par la congélation de l'eau contenue, a lieu lorsque 30 à 40 pour 100 de l'eau s'est convertie en glace compacte;

» 2° Cette quantité de glace formée donne lieu à une pression qui réduit le volume total de $\frac{1}{45}$ à $\frac{1}{35}$;

» 3° Nos expériences fournissent le moyen de calculer directement le

nombre d'atmosphères nécessaire pour déterminer, dans ces circonstances, la rupture des projectiles;

» 4° Les pressions, pour les bombes de $0^{m},22$ de diamètre et pour les grenades, ont varié de 430 à 590 atmosphères;

» 5° La température de l'eau comprimée, au moment de la rupture, conduit à des résultats concordants avec ceux que l'on déduit du coefficient de compressibilité de l'eau;

» 6° Les nombres obtenus sont environ moitié moindres que ceux auxquels M. le général Morin a été conduit, par les formules qu'il a données dans ses *Leçons de Mécanique pratique*. »

M. le Général Morin, après avoir exposé les principaux faits qui sont signalés dans la Note précédente, s'exprime comme il suit :

« Le fait de l'éclatement des bombes remplies d'eau, sous l'action de la congélation, a été vérifié maintes fois par l'artillerie, et la différence que MM. Ch. Martins et G. Chancel signalent entre la résistance de la fonte exposée au froid et celle qui est généralement admise pour ce métal aux températures ordinaires n'a rien qui doive surprendre; car, en même temps que l'eau se dilate en se congelant, la fonte se contracte par le froid, de sorte que les deux effets s'ajoutent pour déterminer la rupture.

» Il serait intéressant cependant qu'elle fût vérifiée par des expériences plus directes et susceptibles d'une plus grande précision.

» Mais il ne serait pas prudent d'en conclure, comme les auteurs l'indiquent, le nombre d'atmosphères et par conséquent les charges de poudre nécessaires pour produire l'éclatement des projectiles creux. On risquerait beaucoup d'arriver à des charges trop faibles. Les véritables charges ont d'ailleurs été calculées et déterminées, il y a longtemps, par M. le général Piobert. »

M. Dumas rappelle que pour le fer, et pour d'autres métaux, le froid change leur texture d'une manière remarquable. Le mercure solide est à peine modifié d'aspect à son point de congélation. Il ressemble presque à l'argent à 100 degrés au-dessous de zéro. L'étain exposé à Pétersbourg à de grands froids était devenu fibreux et se pulvérisait sous les doigts.

« M. Élie de Beaumont, à l'occasion des changements dans l'état cristallin de certaines matières métalliques soumises à des variations considérables de température mentionnés par M. Dumas, rappelle le fait déjà signalé par lui-même de *ringards* en fer fibreux et tenace, qui, après avoir

été employés à plusieurs reprises à brasser des bains de fonte de fer, étaient devenus *cristallins à grandes lames* et remarquablement cassants. M. Élie de Beaumont avait cité ce fait à l'appui d'observations géologiques tendantes à prouver que certaines roches, soumises pendant longtemps, dans l'intérieur de la terre, à des températures élevées, ont pris, sans se fondre et même sans changer de forme générale, une texture fortement cristalline. On voit ainsi, en Tyrol, dans le val Menzone, des calcaires compactes schistoïdes qui ont été changés sur place en calcaires lamellaires présentant des facettes de plus d'un décimètre de largeur. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Communication de* **M. Ch. Sainte-Claire Deville**, *accompagnant le dépôt du Ier volume* (1869) *du* Bulletin de l'Observatoire de Montsouris.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le Ier volume, entièrement terminé, du *Bulletin* quotidien de l'Observatoire météorologique de Montsouris. Ce volume comprend les observations de 1869. Il est précédé d'un court historique de la fondation, d'un texte explicatif, indiquant la nature et la position des instruments employés; il est suivi de *Résumés mensuels*, contenant 24 tableaux ou planches de courbes.

» Dans quelques jours, le 1er juin, commencera la seconde année de nos observations régulières, de jour et de nuit.

» Le Conseil d'État et la Commission du budget du Corps législatif ayant adopté les propositions du Ministre de l'Instruction publique pour la création d'un fonds annuel, destiné aux dépenses du nouvel établissement, son existence est désormais assurée. Jusqu'à ce moment, il a dû subvenir à ses besoins au moyen des faibles ressources qui lui ont été allouées sur les fonds des missions du Ministère de l'Instruction publique.

» Néanmoins, et grâce au désintéressement de ses collaborateurs, non-seulement le président de la Commission a pu réunir un personnel à peu près suffisant pour les travaux de l'Observatoire; mais il a pu y installer et y faire étudier quelques-uns des appareils enregistreurs et télégraphiques qui sont l'avenir de la météorologie d'observation (thermomètre électrique de notre savant confrère, M. Becquerel; barométrographe de M. Breguet; anémomètre enregistreur électrique de M. Hervé-Mangon; *photospiromètre*, ou enregistreur de l'action de la lumière diffuse sur les papiers sensibles; et, en ce moment même, non encore entièrement posé, un anémoscope, dont la construction a été confiée à M. E. Hardy, et dont nous espérons un excellent usage).

» Enfin, nos rapports journaliers avec les postes sémaphoriques de la Marine et avec le *Meteorological Office* sont assurés par le télégraphe électrique qui relie l'Observatoire de Montsouris au Bureau central, et les précieux renseignements que nous recevons régulièrement de nos nombreux correspondants ont donné immédiatement à notre *Supplément* hebdomadaire, agricole et médical, un intérêt dont nous sommes heureux de recevoir de partout les témoignages.

» Tout nous fait donc espérer que le *Bulletin* de 1870 sera plus digne de l'Académie que le modeste volume que je dépose sur son bureau, en mon nom et en celui de mes collaborateurs. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de *M. Magnus*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. Joule obtient.	32 suffrages.
M. Lloyd.	8 »
M. Angström	1 »
M. Dove.	1 »
M. Volpicelli.	1 »

M. **Joule**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

M. **Rézard de Wouves** donne lecture d'un Mémoire portant pour titre « De la mortalité des nouveau-nés. Deuxième Partie : Des nourrices ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'organisation et l'embryogénie des Ascidies. Évolution de la* Molgula tubulosa. Mémoire de M. **Lacaze-Duthiers**, présenté par M. Blanchard. (Extrait par l'Auteur.)

« Il est peu de découverte zoologique qui ait plus vivement et plus justement intéressé les naturalistes que celle des métamorphoses des Ascidiens.

» Savigny, en étudiant l'organisation de ces animaux, avait rencontré de petits corps « parmi les œufs disséminés entre la tunique et le sac bran-» chial qui (lui) paraissaient être des fœtus. » Si les dessins qu'il donna prouvent qu'il avait connu la forme larvée de ces animaux, du moins est-il certain que la véritable signification de ces petits corps ne fut réellement incontestable qu'après les recherches de M. Milne Edwards.

» Les observations ultérieures de MM. Kölliker, van Beneden, Kowalevski, Küffer et tant d'autres naturalistes n'ont fait que confirmer les observations remarquables du savant français, et aujourd'hui tout le monde admet ce fait que les *Ascidiens ont tous, dans leur jeune âge, à leur sortie de l'œuf, une forme larvée qui les rend comparables, mais par leur apparence seule, aux têtards des grenouilles*. C'était là, jusqu'ici du moins, une opinion et un fait aussi indiscutés qu'ils paraissent indiscutables.

» L'anatomie de la Molgule, l'un des types les plus intéressants du groupe des Ascidies simples, m'a occupé pendant près de deux étés. J'ai voulu, en étudiant son évolution, comparer les données morphologiques que l'observation de l'adulte fournit, à celles que l'apparition successive des organes révèle.

» Pour être plus certain des résultats en multipliant les comparaisons, j'avais commencé par observer les embryons de quelqnes Phallusies des côtes de la Manche, dont l'étude me paraissait relativement plus facile, et c'est en faisant des fécondations artificielles que j'ai pu suivre les transformations diverses de l'œuf, en commençant par le fractionnement qui n'est appréciable que par l'emploi de ce procédé expérimental; car l'œuf des Ascidies est entouré, en dehors de sa membrane vitelline, par une enveloppe cellulaire dont les éléments peuvent être pris, et cela a été fait, pour des cellules de la masse framboisée à laquelle aboutit le fractionnement. Mais quand on fait d'abord l'étude de l'évolution de l'œuf dans la glande génitale, depuis son origine jusqu'à la maturité; quand ensuite, après l'action du spermatozoïde, on voit le vitellus se diviser et se subdiviser au-dessous des cellules de l'enveloppe externe, on ne peut plus avoir de doute sur la nature des parties.

» Les résultats des fécondations artificielles sont faciles à obtenir, et l'on peut certainement, avec leur secours, suivre, à partir du fractionnement, l'apparition des premières formes de l'embryon, l'éclosion et les transformations qui conduisent à l'animal parfait.

» Il n'est pas de naturaliste qui, ayant observé des embryons d'Ascidies, n'ait exprimé l'étonnement que lui a causé la vue de ces têtards, si agiles

d'abord, et finissant ensuite par se débarrasser de leur queue ou organe de la locomotion, pour se fixer et devenir sédentaires.

» Or, à ce point de vue, la Molgule présente une exception bien remarquable. Bien avant l'éclosion, l'embryon des Phallusies ayant la forme de têtard se meut dans la coque qui l'enferme, et tourne en s'agitant par saccades. Au contraire, l'embryon de la Molgule se meut lentement, et ses mouvements sont peu appréciables sous l'enveloppe cellulaire qui le couvre. Néanmoins ses mouvements produisent des variations dans sa forme générale, qui conduisent à la déchirure de la coque de l'œuf dans un point devenu culminant, et par où, semblable à un amibe, il sort *en coulant* comme une masse plastique, fluide, pâteuse, arrondie, dépourvue de queue et restant sédentaire au fond des vases.

» Bien des fois j'ai répété cette observation, dans la crainte d'avoir pris des embryons anormalement formés pour des êtres bien constitués, et toujours les résultats ont été les mêmes.

» Il reste donc acquis dès aujourd'hui que *le corps de la jeune Molgule, souple et contractile, modifiant lentement ses formes par des mouvements amœboïdes, ne jouit jamais de cette agilité, de cette activité si remarquable des premiers moments de la vie des autres Ascidies dont l'embryogénie a été étudiée.*

» Presque immédiatement après l'éclosion, la jeune Molgule présente des zones dans son corps globuleux, dont la nature différente se traduit par des teintes distinctes. L'une d'elles, la plus externe, produit des prolongements, qui restent assez longtemps limités au nombre cinq, et qu'on voit, pour ainsi dire, pousser sous ses yeux. Ils servent à fixer l'embryon aux corps qui l'environnent, et sont évidemment les analogues des innombrables filaments de la tunique de l'adulte, dont les extrémités, en retenant les grains de sable, forment ce revêtement caractéristique de l'animal.

» J'ai fait éclore et vu se fixer rapidement de très-nombreux embryons, dus à des fécondations artificielles ou à des pontes naturelles. La facilité avec laquelle il a été possible de les faire vivre a permis de suivre, pendant plus de deux mois, les mêmes individus et de voir sur eux se former les organes, se compléter la jeune Molgule.

» Il serait difficile de présenter dans cet Extrait les détails relatifs aux transformations des tissus et à la formation des organes : on les trouvera dans le Mémoire. Je désirais surtout appeler l'attention des naturalistes sur une exception aussi remarquable que peu connue, portant sur l'existence de l'un des caractères de la classe, considéré par tous les zoologistes comme étant l'un des plus sûrement établis. Un fait aussi inattendu doit montrer

quelle réserve et quelle prudence doivent toujours guider les généralisations en Zoologie. Il n'était pas, sans doute, d'induction plus légitime que celle qui attribuait à toutes Ascidies un embryon en forme de têtard, et cependant les Molgules ne rentrent plus dans cette règle générale.

» On trouvera certainement aussi dans cette exception remarquable un exemple de plus à l'appui de ce principe, qu'il faut le concours de toutes les données morphologiques, comme de toutes les données embryogéniques, pour arriver sûrement à la connaissance des caractères. Mais, si l'embryogénie peut et doit fournir de précieux renseignements, seule et isolée elle peut aussi, dans quelques cas, conduire aux plus graves erreurs. La Molgule, par la forme exceptionnelle de sa larve, en fournit la preuve. »

ZOOLOGIE. — *Note sur des Cyprins monstrueux* (C. auratus) *de Chine.* Note de **M. G. Pouchet**, présentée par M. Aug. Duméril.

« Cuvier et Valenciennes ont signalé, dans l'*Histoire naturelle des Poissons*, les faits du retour du Cyprin doré (*C. auratus*) à son état normal en Europe. On sait, en effet, que les premiers individus importés en Occident étaient monstrueux et présentaient un dédoublement presque complet de la nageoire caudale. Cette variété, parmi le nombre considérable de variétés monstrueuses cultivées en Orient, paraît extrêmement commune tant en Chine qu'au Japon.

» Le paquebot des Messageries *l'Impératrice*, lors de son dernier voyage, en embarqua trente-six. Quatre seulement arrivèrent à Suez, où le commandant les offrit à mon frère James Pouchet, qui se chargea de les apporter jusqu'en France. Deux moururent en route, et les deux survivants ne vécurent à Paris que quelques jours, malgré tous les soins de M. Carbonnier, qui a déjà acclimaté les poissons chinois dits *Macropus*. Les trente-six individus offraient une division presque complète de la nageoire caudale : ils semblent avoir deux queues réunies seulement dans un quart au plus du bord supérieur. Chacune des deux queues est énorme; elles sont étalées à peu près horizontalement, ce qui donne à l'animal un aspect très-particulier. Plusieurs de ces poissons ont la nageoire anale double, d'autres n'ont pas de dorsale. Ils sont de petite taille et trapus.

» L'examen anatomique montre que cette monstruosité n'est pas due à une bifurcation de la colonne vertébrale. Le prolongement osseux de la dernière vertèbre, ou pièce caudale proprement dite, reste ce qu'il est chez

tous les Cyprins, et tel que MM. Kœlliker et Lotz l'ont décrit : il est unique; il a sa place et sa direction habituelles. Le petit nombre de rayons (six ou huit) situés au-dessus de lui sont normaux. C'est la partie indivise de la double queue. La séparation ne commence qu'au delà. La nageoire caudale, même alors que l'animal paraît en avoir deux, n'est double qu'au-dessous de la colonne vertébrale, au niveau des quatre supports articulés et des quatre supports fixes des rayons. Il y a, en tout, seize supports : huit de chaque côté. Les plus inférieurs sont formés par le dédoublement des arcades hœmatiques des dernières vertèbres.

» La même anomalie étendue plus en avant amène, sans doute, le dédoublement de la nageoire anale.

» Les rayons ont partout la structure normale.

» Il est difficile d'admettre que ces monstruosités soient le résultat, soit d'une sélection attentive, soit de mutilations habilement pratiquées dans le jeune âge. Tous les témoignages des voyageurs, quelques lignes qu'a bien voulu traduire pour nous M. de Rosny dans un livre japonais représentant une foule d'objets usuels ou *communs*, établissent que ces variétés monstrueuses vivent dans les rivières et les eaux naturelles, où elles trouvent sans doute des conditions de milieu tout opposées à celles qui les ont ramenées, en Europe, en moins d'un demi-siècle, à l'état normal. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Mémoire sur l'organisation de rameaux silicifiés appartenant probablement à un* Sphenophyllum; *par* **M. B. Renault**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Brongniart, Daubrée.)

« Les rameaux qui ont fait l'objet de ces études microscopiques proviennent des environs d'Autun; ils étaient silicifiés et variaient en grosseur de 3 à 15 millimètres; les plus volumineux sont toujours dépourvus de leur écorce; les plus petits, au contraire, l'ont conservée. De distance en distance ces derniers présentent des nœuds, d'où naissent des rameaux secondaires; ordinairement il n'y a qu'un seul rameau partant d'un nœud. Au lieu d'un rameau, et c'est le cas le plus fréquent, il peut se rencontrer un verticille de feuilles, probablement linéaires, dont le nombre variable pouvait atteindre 18, si l'on en juge d'après celui des faisceaux qui traversent l'écorce. Dans les entre-nœuds, on ne remarque ni sulcatures, ni stries longitudinales, ni aucun indice de gaîne.

» L'anatomie microscopique des tissus montre dans une coupe transver-

sale le centre du rameau formé par un faisceau triangulaire qui s'étend dans toute sa longueur; la masse du faisceau est composée de vaisseaux à parois marquées d'un réseau fin assez régulier; mais les trois angles sont occupés par des vaisseaux à réticulation transversale plus marquée et souvent d'apparence scalariforme, qui, en se séparant à l'extrémité de l'angle, forment une gouttière longitudinale, le plus souvent vide. La section horizontale de cette partie de l'axe est un triangle équilatéral à côtés concaves, dont les angles arrondis seraient occupés par une lacune.

» Immédiatement en dehors se trouve une zone de tissu cellulaire qui sépare cette première partie de l'axe ligneux d'une deuxième couche qui l'enveloppe, et qui est essentiellement formée de cellules volumineuses, surtout dans les régions qui correspondent aux côtés du triangle central. Celles qui sont en rapport avec les angles sont plus petites; les unes et les autres ont des parois très-épaisses, marquées à l'intérieur d'un réseau très-délicat, à mailles irrégulières. Les premières, en vieillissant, paraissent se transformer en tubes continus, par la disparition des cloisons horizontales qui les séparent.

» L'accroissement de cette enveloppe cellulaire se fait probablement par couches concentriques, qui, en se développant du centre à la périphérie, font disparaître extérieurement la forme particulière qu'aurait déterminée le faisceau triangulaire central. Ce dernier ne paraît pas prendre d'accroissement.

» L'écorce est formée de trois parties distinctes, dont deux ont souvent disparu.

» La première, la plus interne, est cellulaire; la section horizontale des cellules qui la composent est polygonale.

» La deuxième couche, plus persistante, est formée de cellules serrées, à section horizontale et verticale rectangulaires, disposées en séries rayonnantes.

» Enfin la troisième couche est fibreuse, c'est celle qui offre le plus de résistance et qui est la mieux conservée.

» Dans la région des nœuds, l'écorce est traversée par des faisceaux vasculaires qui se rendent aux feuilles; le nombre de ces faisceaux peut être de dix-huit.

» Les rameaux secondaires qui prennent naissance sur les rameaux principaux ont la même structure que ces derniers, et ils correspondent à l'un des angles du faisceau central qui leur fournit des vaisseaux. Ils naissent à l'aisselle d'une des feuilles; celles-ci, d'après quelques légères traces

d'insertion, placées immédiatement au-dessus du nœud, devaient être étroites à leur base.

» La structure vasculaire de l'axe du rameau, la prédominance des éléments réticulés sur les vaisseaux scalariformes, l'absence de sillons à la surface extérieure de l'écorce, la structure compliquée de cette écorce sont des motifs pour éloigner de la famille des Equisétacées ces rameaux que la disposition verticillaire des feuilles et surtout les trois lacunes essentielles auraient engagé à en rapprocher.

» Parmi les fossiles de l'époque houillère il n'y a guère que les *Equisetum*, les *Astérophyllites*, les *Annularia* et les *Sphenophyllum* qui offrent des rameaux articulés; ces derniers seuls, par la forme de leurs nœuds, la disposition en verticille de leurs feuilles étroites à la base, pourraient être comparés aux rameaux que j'ai décrits; et le nombre 6 des feuilles à chaque verticille serait en rapport avec le nombre 18 des faisceaux vasculaires signalé plus haut. Nous donnerons par ces motifs à ces fossiles le nom de *Sphenophyllum? Charmassii*.

» Si ce rapprochement est exact, la structure interne des rameaux des *Sphenophyllum* serait connue, et par conséquent leur place dans la classification botanique plus facile à déterminer. »

SÉRICICULTURE. — *Sur les organismes qui se développent dans les vers à soie atteints de la maladie des morts-flats.* Note de **M. Bordone**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« Le fait capital que le microscope nous a révélé, à M. Reynard Lespinasse et à moi, est le suivant :

» Le 3 mai, après avoir examiné le sang et les urines d'un ver qui ne présentait pas de corpuscules, quoique provenant d'une chambrée contaminée, nous avons trouvé dans l'intestin du même animal, au milieu d'une certaine quantité de feuilles ingérées, une véritable tribu de monades, dont au premier abord il était presque impossible de déterminer les caractères, tant était grande leur mobilité.

» Ces monades, en très-grande quantité, parcouraient en tous sens le champ du microscope, revenant le plus souvent sur elles-mêmes, spontanément ou après avoir rencontré un obstacle, ou bien encore, rebroussant chemin par une espèce de mouvement amphidromique; de façon qu'il était alors impossible de déterminer où était la tête et où se trouvait

la queue de cet animalcule, dont, avec un grossissement de 600 diamètres, la longueur est de 5 millimètres environ, sur 1 millimètre d'épaisseur.

» Ces monades sont d'un blanc laiteux, et demi transparentes; le plus grand nombre présente vers le milieu du corps une vésicule ovoïde, parfaitement semblable, de forme et d'aspect, aux corpuscules de Cornalia, qui seraient environ dix fois plus volumineux. Le grand axe de cette vésicule se confond avec l'axe du corps, et le petit axe avec le diamètre du corps qu'il égale sans le dépasser. D'autres sont uniformément blanches, et n'ont pas de vésicules. Ce sont de véritables anguillules, animées de mouvements rapides, remontant les courants ou les parcourant en tous sens.

» ..... Je crois que les parasites qui sont entièrement blancs ont abandonné leur vésicule, qui n'est autre chose qu'un corpuscule embryonnaire, et qui ne diffère que par le volume de ceux qui ont été observés par MM. Cornalia, Pasteur et Béchamp, et par tant d'autres après eux.

» En effet, sur quelques-uns de ces animalcules on voit la vésicule se rapprocher des extrémités, et après deux heures d'observation on ne voit presque plus que des sujets débarrassés des vésicules.

» Par contre, à ce même moment, on voit une grande quantité des corpuscules embryonnaires dont j'ai parlé plus haut, ayant même forme et mêmes mouvements propres que les corpuscules vibrants de Cornalia, mais environ dix fois plus petits.

» ..... C'est dans les vers qu'on nomme *petits*, et qui présentent cette singularité de vivre beaucoup plus longtemps que les autres sans coconner, qu'on rencontre le plus souvent et la plus grande quantité d'animalcules, sans cependant en trouver dans leurs déjections, qui contiennent au contraire de petits corpuscules, ni dans le sang ou les urines. »

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Dumas rappelle à cette occasion le passage suivant de l'Ouvrage de M. Pasteur, qui se rapporte au même état des vers; c'est-à-dire à la maladie des morts-flats :

« Lorsque les vers sont atteints de cette maladie d'une manière apparente, qu'ils ne mangent plus, ou très-peu, qu'ils se montrent étendus sur les bords des claies, ou lorsqu'ils viennent de succomber, les matières qui remplissent leur canal intestinal renferment des productions organisées diverses. Ces organismes sont : 1° des vibrions, souvent très-agiles, avec ou sans noyaux brillants dans leur intérieur; 2° une monade à mouvements rapides; 3° le bactérium-termo, ou un vibrion très-ténu qui lui ressemble; 4° un ferment en chapelets de petits grains, pareil d'aspect à certains ferments organisés que j'ai rencontrés maintes

fois dans mes recherches sur les fermentations. Ces productions sont réunies dans le même ver, d'autres fois plus ou moins séparées. Celle qui offre le plus d'intérêt est ce ferment en chapelets flexibles, de deux, trois, quatre, cinq, . . . grains sphériques ou un tant soit peu plus longs que larges, et quelquefois légèrement étranglés, à la manière du *mycoderma aceti* naissant. » (T. I, p. 226.)

D'après M. Pasteur, les trois premiers organismes ne se rattachent en rien à la maladie des corpuscules; le quatrième se rattache à la maladie des morts-flats, dont il est le germe et le signe.

M. L. Mandl adresse, par l'entremise de M. E. Blanchard, un Mémoire portant pour titre « Du mécanisme des registres appelés *voix de poitrine* et *voix de tête* ».

Ce Mémoire, destiné par l'auteur à l'un des concours des prix décernés par l'Académie, ne peut, non plus que les suivants, être analysé dans le *Compte rendu*.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Bonnafont adresse, par l'entremise de M. J. Cloquet, une Notice sur les différents travaux de physiologie, de pathologie et de thérapeutique de l'appareil de l'ouïe qu'il destine au concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon).

(Renvoi à la Commission.)

M. X. Galezowski adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), une « Étude sur la chromatoscopie rétinienne, ou examen de la vue au moyen de l'échelle des couleurs ».

(Renvoi à la Commission.)

M. St. Meunier adresse, pour le concours du prix d'Astronomie, divers Mémoires relatifs aux Météorites.

(Renvoi à la Commission.)

M. Lacaze-Duthiers prie l'Académie de vouloir bien comprendre, parmi les pièces destinées au concours du prix Savigny, son Mémoire sur l'anatomie des Ascidiens, ainsi que ses Mémoires précédents sur les Mollusques en général, et sur l'Arrosoir de la mer Rouge en particulier.

(Renvoi à la Commission.)

M. Bonjean prie l'Académie de vouloir bien comprendre, parmi les pièces destinées au concours des prix de Médecine et de Chirurgie, le Mémoire qu'il lui a adressé le 7 mars dernier, sur l'acide prussique.

(Renvoi à la Commission.)

M. W. Jenkins adresse une nouvelle Communication relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. de Perrodil adresse, de Saint-Satur (Cher), un Mémoire sur l'équilibre d'une voûte en arc de cercle, extradossée non parallèlement; ce Mémoire fait suite à son précédent travail sur la résistance des solides ou pièces dont les dimensions transversales et la courbure sont petites par rapport à la longueur.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

M. Drivet adresse une Note relative à un « nouveau moyen de purifier l'air par filtration ». Le procédé indiqué par l'auteur consiste à remplacer les filtres d'ouate ou de coton cardé par des plaques métalliques poreuses, imbibées, si l'on veut, d'une solution d'un chlorure désinfectant ou d'acide phénique. Ces plaques métalliques poreuses, obtenues par un procédé particulier, peuvent être en fer, en cuivre, en zinc, etc. L'auteur décrit un certain nombre d'expériences, qui ont été effectuées par lui, et qui lui paraissent établir l'efficacité de son procédé.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Morin, Andral, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud.)

M. Chamard prie l'Académie de vouloir bien lui faire connaître son opinion sur les diverses Communications qu'il lui a adressées, au sujet de la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Jamin est prié de s'adjoindre à la Commission des Paratonnerres, en remplacement de *M. Pouillet*.

CORRESPONDANCE.

M. Aoust et M. Rouget prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de *M. Lamé*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. de la Blanchère* portant pour titre « L'esprit des poissons ».

M. A. Béchamp adresse une Note relative aux expériences qu'il se propose d'entreprendre, concernant l'existence des *microzymas* dans les roches de diverses époques géologiques.

Cette Note sera transmise, conformément au désir exprimé par l'auteur, à la Commission administrative.

ANALYSE. — *Sur quelques formes différentielles.* Note de M. E. Combescure, présentée par M. Hermite.

« Si entre les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$, on a les équations

$$f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0, \quad f_m(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

en nombre au plus égal à celui des variables, on peut les remplacer par

$$0 = \varphi_p = f_1 + \theta_2^{(p)} f_2 + \theta_3^{(p)} f_3 + \ldots + \theta_p^{(p)} f_p,$$

où les θ sont des fonctions quelconques, et où p reçoit les valeurs $2, 3, \ldots, m$; φ_1 étant égal à f_1. En différentiant φ_p et rejetant des parties qui s'annulent en vertu des proposées, on a

$$\sum_i \frac{df_q}{dx_i}\frac{d\varphi_p}{dx_i} = \mathrm{H}_{1,q} + \theta_2^{(p)}\mathrm{H}_{2,q} + \ldots + \theta_p^{(p)}\mathrm{H}_{p,q},$$

$$\mathrm{H}_{j,k} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{df_j}{dx_i}\frac{df_k}{dx_i}.$$

De là on conclut une expression de $\sum_i \frac{d\varphi_r}{dx_i}\frac{d\varphi_p}{dx_i}$ par les H, et si l'on s'impose la condition

$$\sum_i \frac{d\varphi_r}{dx_i}\frac{d\varphi_p}{dx_i} = 0$$

lorsque q et r sont différents, on obtient immédiatement

$$\begin{array}{l} H_{1,1} + H_{1,2}\theta_2^{(p)} + H_{1,3}\theta_3^{(p)} + \ldots + H_{1,p}\theta_p^{(p)} = 0, \\ H_{1,2} + H_{2,2}\theta_2^{(p)} + H_{2,3}\theta_3^{(p)} + \ldots + H_{2,p}\theta_p^{(p)} = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ H_{1,p-1} + H_{2,p-1}\theta_2^{(p)} + H_{3,p-1}\theta_3^{(p)} + \ldots + H_{p-1,p}\theta_p^{(p)} = 0. \end{array}$$

D'où l'on déduit la valeur des θ propres à la transformation dont il s'agit. On peut aussi remplacer les φ_j par

$$\psi_j = \frac{\varphi_j}{\sqrt{\frac{d\varphi_1^2}{dx_1^2} + \ldots + \frac{d\varphi_j^2}{dx_n^2}}};$$

et, si l'on prend finalement

$$F_j = \mu_1^{(j)}\psi_1 + \ldots + \mu_m^{(j)}\psi_m,$$

les μ étant des fonctions quelconques vérifiant les relations

$$\mu_1^{(j)2} + \mu_2^{(j)2} + \ldots + \mu_m^{(j)2} = 1,$$

on aura la transformation la plus générale pour laquelle

$$\sum_i \frac{dF_g}{dx_i}\frac{dF_j}{dx_i} = 0 \text{ ou } 1$$

suivant que g et j sont différents ou égaux.

» On peut appliquer ceci à la détermination des multiplicateurs λ, dans le système d'équations analogues à celles de la *Mécanique*,

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0, \ldots, \quad f_m(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0, \\ \frac{d^2x_1}{dt^2} = X_1 + \lambda_1\frac{df_1}{dx_1} + \lambda_2\frac{df_2}{dx_1} + \ldots + \lambda_m\frac{df_m}{dx_1}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \frac{d^2x_n}{dt^2} = X_n + \lambda_1\frac{df_1}{dx_n} + \lambda_2\frac{df_2}{dx_n} + \ldots + \lambda_m\frac{df_m}{dx_n}. \end{array} \right.$$

» En concevant les f remplacés par les F, mais conservant la notation adoptée, on aura

$$\sum_i \frac{df_k}{dx_1}\frac{d^2x_i}{dt^2} = \sum_i X_i\frac{df_k}{dx_i} + \lambda_k;$$

et comme

$$\sum_i \frac{af_k}{dx_i}\frac{dx_i}{dt} = 0, \quad \sum_i \frac{df_k}{dx_i}\frac{d^2x_i}{dt^2} + \sum_{i,j}\frac{d^2f_k}{dx_i\,dx_j}\frac{dx_i}{dt}\frac{dx_j}{dt} = 0,$$

il en résulte

$$-\lambda_k = \sum_i X_i \frac{df_k}{dx_i} + \sum_{i,j} \frac{d^2 f_k}{dx_i\, dx_j} \frac{dx_i}{dt} \frac{dx_j}{dt}.$$

» Dans un travail inséré au tome IV des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, j'ai déduit de la considération du produit de deux déterminants quelques formules dont les unes étaient connues et dont les autres, celles qui proviennent des conditions d'intégrabilité, étaient, je crois, nouvelles. J'en ai fait des applications, en particularisant les éléments du déterminant qui étaient tout à fait quelconques. Mais je n'ai pas tardé à reconnaître qu'on peut en faire usage dans d'autres questions. Ainsi, en partageant les éléments d'un déterminant quelconque en deux groupes :

$$X = \begin{vmatrix} x_1^{(1)} & x_2^{(1)} \ldots & x_m^{(1)} & p_1^{(1)} & p_2^{(1)} \ldots & p_{m'}^{(1)} \\ x_1^{(2)} & x_2^{(2)} \ldots & x_m^{(2)} & p_1^{(2)} & p_2^{(2)} \ldots & p_{m'}^{(2)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_1^{(n)} & x_2^{(n)} \ldots & x_m^{(n)} & p_1^{(n)} & p_2^{(n)} \ldots & p_{m'}^{(n)} \end{vmatrix}$$

$(m + m' = n)$, et s'imposant toujours la condition

$$\sum_{g=1}^{g=n} x_i^{(g)} p_j^{(g)} = 0,$$

où i est pris dans la suite $1, 2, \ldots, m$, et j' dans la suite $1, 2, \ldots, m'$, on a

$$P = X^2 = A\Pi,$$
$$A = \Sigma \pm \lambda_{1,1} \lambda_{2,2} \ldots \lambda_{m,m}, \quad \Pi = \Sigma \pm \varpi_{1,1} \varpi_{2,2} \ldots \varpi_{m',m'},$$
$$\lambda_{i,j} = \sum_g x_i^{(g)} x_j^{(g)}, \quad \varpi_{i',j'} = \sum_g p_{i'}^{(g)} p_{j'}^{(g)};$$

et les formules qui donnent les dérivées premières des éléments du déterminant X, par rapport à une variable indépendante quelconque, se dédoublent en deux types. Celles qui correspondent aux conditions d'intégrabilité, lorsqu'on introduit diverses variables indépendantes quelconques, se partagent à leur tour en trois types.

» En supposant en particulier que les $x_i^{(g)}$ désignent les dérivées partielles de n fonctions $x_1, x_2, \ldots, x_n$ des m variables indépendantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$, de sorte que

$$x_i^{(g)} = \frac{dx_g}{d\alpha_i},$$

et que, de plus,

$$p_{i'}^{(g)} = \frac{\frac{df_{i'}}{dx_g}}{\sqrt{\frac{df_{i'}^2}{dx_1^2} + \ldots + \frac{df_{i'}^2}{dx_n^2}}}$$

pour

$$i' = 1, 2, \ldots, m,$$

avec les conditions

$$f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0, \quad f_m(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0.$$

» On obtient des formules que l'on peut considérer comme correspondant au problème de l'*application* des formes sur elles-mêmes. Ces mêmes formules, lorsque les f sont donnés, peuvent être regardées comme se rapportant directement à la transformation du premier membre de l'équation des forces vives, en supposant fini le nombre des points matériels. Si les f restent indéterminés, on rentre dans la recherche, extrêmement difficile, de ce qu'on pourrait appeler l'*application des problèmes de la Mécanique*. Dans l'un et l'autre cas, on peut admettre que les équations de condition ont été transformées conformément à ce qui a été dit en commençant.

» Le cas d'une forme unique f présente quelque intérêt. En prenant spécialement la forme sphérique (n dimensions), on obtient des formules relativement simples, au moyen desquelles j'ai pu traiter assez facilement quelques cas de la question ayant pour objet de transformer l'*élément linéaire*, ou plutôt son carré, en groupes de carrés à *coefficients égaux* pour chaque groupe respectivement. Mais d'autres questions, généralisation de celles dont M. Ossian Bonnet s'est occupé dans un de ses derniers Mémoires, présentent de plus grandes difficultés que je n'ai pas complétement surmontées. »

ANALYSE. — *Sur une formule d'analyse*. Note de **M. F. Lucas**, présentée par M. Liouville.

« En élaborant une Étude sur la Mécanique des atomes, actuellement sous presse pour le *Journal des Mathématiques pures et appliquées* de M. Liouville, j'ai été conduit à une formule d'analyse qui m'a semblé nouvelle et intéressante.

» Soient

$$a_1, a_2, \ldots, a_m, \ldots, a_n$$

des quantités quelconques.

» Désignons leur somme par S et soit, pour une valeur quelconque de l'indice m,

$$A_m = S - a_m.$$

» Le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} -A_1 + x & a_2 & \ldots & a_m & \ldots & a_n \\ a_1 & -A_2 + x & \ldots & a_m & \ldots & a_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_1 & a_2 & \ldots & -A_m + x & \ldots & a_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_1 & a_2 & \ldots & a_m & \ldots & -A_n + x \end{vmatrix}$$

a pour valeur

$$\Delta = x(x - S)^{n-1}. \text{ »}$$

ACOUSTIQUE. — *Sur les intervalles mélodiques et harmoniques.* Note de **MM. A. Cornu** et **E. Mercadier**, présentée par M. Jamin.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 9 mai dernier, M. G. Guéroult conteste les conclusions de notre travail sur les intervalles musicaux (1). Nous regrettons d'abord qu'avant de publier ses critiques, qu'il nous avait fait annoncer depuis un an par un ami commun, M. Guéroult n'ait pas cru devoir se rendre à l'invitation qui lui avait été adressée par la même voie, de venir répéter avec nous nos expériences. Mais nous regrettons bien plus encore qu'il ait jugé inutile de faire au préalable celles qu'il annonce. Pense-t-il qu'en cette matière des expériences soient une pure formalité? Est-il donc si sûr d'obtenir *des résultats*, pour pouvoir en promettre d'avance à l'Académie? Peut-être son attente sera-t-elle trompée; mais, en tous cas, si notre contradicteur avait essayé de contrôler nos expériences, ses objections auraient eu quelque poids, et le débat entre nous aurait pu s'élever au-dessus d'une simple discussion de chiffres, dont il s'est contenté, et où nous sommes, à regret, forcés de le suivre.

» Nous passons sur une prétendue erreur de calcul que nous attribue bien gratuitement M. Guéroult. Nous n'avons pas à lui apprendre que lorsqu'on trouve pour une moyenne un nombre égal à 1,2656 et qu'on croit ne pouvoir conserver que 3 décimales, on doit écrire 1,266, ainsi que nous l'avons fait.

(1) *Comptes rendus* des 8 et 22 février 1869.

» Mais nous devons insister sur le procédé étrange employé par M. Guéroult pour évaluer nos erreurs d'expériences. Ce procédé, tout à fait arbitraire, consiste à comparer nos nombres aux valeurs de la tierce et de la quinte tempérées du piano, qu'il lui convient, on ne sait en vertu de quel droit, de prendre pour point de départ. Il trouve alors des différences, qui prouvent tout simplement que nos nombres ne concordent pas avec l'hypothèse qu'il lui a plu de choisir; il en conclut que nos expériences manquent de précision! Mais, pour prouver cette assertion, il aurait fallu évaluer l'écart entre chacun de nos résultats numériques et les moyennes correspondantes, car c'est là, tout le monde le sait, la seule base équitable de discussion. En agissant ainsi, M. Guéroult eût reconnu sans peine que l'écart moyen entre nos valeurs et les moyennes est tout au plus d'un quart de comma, les écarts extrêmes n'atteignant pas un demi-comma. C'est ce qui résulte du tableau suivant où nous reproduisons nos résultats, en ajoutant dans les colonnes Δ les différences de chaque nombre avec la moyenne :

	TIERCE harmonique.	Δ	TIERCE mélodique.	Δ	QUINTE harmonique.	Δ	QUINTE mélodique.	Δ
Voix...........	"	"	1,260	−0,006	"	"	1,497	−0,004
Violoncelle.....	1,251	0,000	1,266	0,000	1,499	0,000	1,508	+0,007
Violon.........	1,249	−0,002	1,264	−0,002	1,504	+0,005	1,504	+0,003
Tuyaux d'orgue.	1,252	+0,001	1,267	+0,001	1,493	−0,007	1,497	−0,004
Sonomètre......	"	"	1,271	+0,005	"	"	1,500	0,000
MOYENNE OBSERVÉE.	1,251		1,266		1,499		1,501	
	$\frac{5}{4} = 1,250$		$\frac{81}{64} = 1,2656$		$\frac{3}{2} = 1,500$		$\frac{3}{2} = 1,500$	

» Ajoutons, pour qu'on puisse évaluer aisément ces différences en fractions de comma, que la variation correspondant à un comma est 0,016 aux environs de la tierce et 0,019 aux environs de la quinte.

» Il nous semble qu'on ne saurait exiger plus de précision dans des expériences aussi délicates.

» Les erreurs que nous attribue M. Guéroult sont donc exagérées : nous ne les examinerons pas en détail, et nous nous contentons de signaler la plus grave, qu'il souligne à la page 1039 de sa Note :

« *La différence entre la tierce mélodique donnée par la voix et celle fournie* » *par le sonomètre est de plus d'un comma.* »

» Or cette différence (1) (1,271 — 1,260) est égale à 0,011, valeur inférieure aux trois quarts de 0,016, qui représente ici le comma. Nous ne voulons voir dans cette affirmation si inexacte qu'une inadvertance sans gravité, mais elle montre comment notre contradicteur entend la discussion de résultats expérimentaux.

» Après cela, nous nous croyons fondés à ne pas insister sur les affirmations fausses ou gratuites émises dans la Note à laquelle nous répondons, sans quoi nous serions forcés d'en reproduire textuellement la plus grande partie.

» Mais, supposons que les critiques de M. Guéroult soient exactes, admettons le résultat qu'il déduit de nos chiffres après avoir éliminé ou conservé arbitrairement les nombres qui conviennent à sa thèse, la valeur 1,263 qu'il obtient pour la tierce mélodique (point fondamental de la discussion) est infiniment plus rapprochée de notre valeur moyenne (1,2656) que de celle de la tierce (1,250) ; elle est même plus voisine de notre valeur moyenne que de la tierce du piano (1,2599), à laquelle M. Guéroult tient à ramener nos résultats.

» M. Guéroult prétend en outre que la tierce (1,263) n'est qu'une altération de la tierce (1,250). Cette divergence de trois quarts de comma, il l'explique en disant que *l'oreille est faussée par un commerce prolongé avec un instrument faux* (c'est du piano qu'il s'agit) (2). C'est d'abord une affirmation sans preuve, et puis M. Guéroult ne voit pas qu'on peut l'enfermer dans le dilemme suivant : Ou bien l'oreille est susceptible d'être faussée, et il n'y a pas à discuter sur les intervalles musicaux, à moins de posséder une de ces *organisations exceptionnelles* dont parle notre contradicteur ; mais à quel caractère reconnaîtra-t-on qu'on la possède? Ou bien l'oreille conserve sa sensibilité et sa justesse malgré les impressions accidentelles des instruments tempérés, et dans ce cas l'affirmation ci-dessus est sans valeur.

» Or, c'est le second terme du dilemme qui est vrai, ainsi que nous l'avons constaté, après bien d'autres observateurs. En voici une preuve expérimentale, que nous avons seulement indiquée dans notre travail, pour ne pas l'étendre outre mesure. Le nombre 1,271, obtenu pour la valeur de la tierce mélodique avec le sonomètre, est la moyenne de neuf expé-

(1) C'est l'écart des valeurs extrêmes de nos expériences.

(2) Est-ce que les anciens Grecs exécutaient les tierces pythagoriciennes à cause de l'habitude qu'ils avaient du tempérament?

riences faites par neuf observateurs différents, amateurs ou professeurs de musique (pianistes, chanteurs, violonistes, violoncellistes), parmi lesquels nous citerons le prix de Rome de 1869 et un professeur d'harmonie au Conservatoire. Or les valeurs extrêmes des neuf résultats ainsi obtenus sur une corde de 1 mètre de long correspondent : l'une à $786^{mm},5$, l'autre à $785^{mm},5$; l'écart maximum est donc de 1 millimètre sur 786 (1) : il est *inférieur à $\frac{1}{9}$ de comma*. Est-il possible d'admettre, si l'oreille est faussée par l'usage du tempérament, que des musiciens, dont les habitudes et les impressions musicales doivent être si diverses, donnent, à moins de $\frac{1}{9}$ de comma près, la même valeur pour la tierce mélodique?

» En définitive, M. Guéroult se trompe en discutant nos chiffres, ne conteste aucune de nos expériences, n'en apporte aucune à l'appui de sa thèse, et cependant il n'hésite pas à considérer, comme *acquis au débat*, que nos conclusions sont erronées, parce qu'elles sont en désaccord avec certains points de la *Théorie physiologique de la musique* de M. Helmholtz, dont il est le traducteur (2). Le plus intéressé dans la question, M. Helmholtz, n'est pas aussi affirmatif à l'égard de notre travail, qu'il connaît parfaitement. Au mois d'août dernier, l'un de nous lui a rendu visite à Heidelberg et en a reçu l'accueil le plus sympathique. Le savant professeur a bien voulu reconnaître que la question soulevée par nous offrait un point de vue nouveau, et, tout en réservant son opinion sur nos conclusions, il a poussé la courtoisie jusqu'à nous faire part de quelques observations personnelles s'accordant avec notre manière de voir. »

---

(1) La position du nœud le plus voisin correspondant au quatrième harmonique était à 799 millimètres sur la corde du sonomètre.

(2) Nous devons faire remarquer que notre désaccord avec M. Helmholtz ne porte sur aucune de ses expériences, ainsi que le témoigne le passage suivant de notre travail :

« Ces conclusions paraîtront peut-être étranges, au premier abord, en présence des résultats que contient l'ouvrage de M. Helmholtz sur la *Théorie physiologique de la musique*. L'éminent professeur d'Heidelberg n'admet en effet qu'une seule gamme, composée des intervalles faisant partie du système que nous avons appelé *harmonique*, et il donne, pour la détermination des valeurs de ces intervalles, des démonstrations expérimentales concluantes. Loin de contester ces déterminations, nous y puisons une confirmation de nos idées, car M. Helmholtz a toujours étudié ces intervalles au point de vue purement *harmonique*, se servant, pour les déterminer, tantôt de l'absence de battements, tantôt de la nature des sons résultants, tantôt de la comparaison avec un harmonium convenablement accordé *harmoniquement*. Nous n'avons pas trouvé dans cet ouvrage d'expériences qui fussent franchement *mélodiques*, de telle sorte que nous espérons obtenir l'assentiment de l'auteur, et lever, par cette distinction d'un système musical *harmonique* et d'un système *mélodique*, des difficultés qu'il a lui-même signalées dans la seconde partie de son ouvrage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réclamation de priorité pour la découverte des éthers cyaniques et cyanuriques.* Note de **M. S. Cloëz**, présentée par M. Cahours.

« Dans une Note présentée en 1857 à l'Académie les Sciences, j'ai fait connaître, sous le nom de *cyanétholine*, un produit nouveau, remarquable par ses propriétés et sa composition.

» En continuant l'étude de ce produit dans les conditions les plus déplorables sous le rapport de la disposition et de l'exiguïté de mon laboratoire du Muséum, je fus amené à considérer la cyanétholine comme le véritable éther cyanique ou cyanurique de la série vinique.

» Le caractère générique des éthers composés, comme on les appelait autrefois, c'est de se dédoubler par l'action des alcalis, avec assimilation des éléments de l'eau, en alcool et en un sel de potassse contenant l'acide de l'éther composé. J'avais constaté pour la cyanétholine ce dédoublement, et j'avais vu de plus qu'en la traitant à chaud par de l'acide chlorhydrique en dissolution concentrée, il se produit de l'éther chlorhydrique et de l'acide cyanurique qui se dépose en cristaux prismatiques parfaitement purs. M. Gal a, depuis cette époque, constaté de son côté que l'acide chlorhydrique gazeux anhydre, dissous dans la cyanétholine, lui fait éprouver la même décomposition.

» Après de nombreux essais, d'une exécution souvent difficile, avec un corps aussi délicat à manier que le chlorure de cyanogène, je tentai de relier entre eux les faits les mieux établis, et, en 1866, je présentai à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse de chimie ayant pour titre : *Recherches sur les éthers cyaniques et leurs isomères.*

» Cette thèse a été distribuée largement à Paris, plusieurs chimistes étrangers l'ont reçue en 1867 au moment de l'Exposition universelle, quelques recueils scientifiques l'ont mentionnée et en ont rendu compte; je l'ai offerte à la Société Chimique de Paris, à la séance du 1er mai 1868 (*Bull. de la Société Chimique*, t. X, p. 1); je la trouve même, à mon grand étonnement, annoncée sur le catalogue d'une grande librairie de Paris.

» Maintenant pour montrer que le Mémoire présenté le 9 mai dernier à l'Académie des Sciences par MM. Hofmann et Otto Olshausen sur les isomères des éthers cyanuriques ne renferme rien de nouveau sur le sujet que j'ai traité, dont je m'occupe toujours, et pour lequel je revendique hautement la priorité, je demande la permission à l'Académie

de lui soumettre les principaux passages de mon travail pouvant servir à établir mes droits :

(P. 18.) « *Éthers isocyaniques.* — Je désigne sous ce nom les composés que l'on obtient en faisant réagir le chlorure de cyanogène Cy Cl, sur les *méthylate*, *éthylate* et *amylate* de soude.

» Ces produits sont isomériques avec les éthers cyaniques de M. Wurtz, mais ils en diffèrent complétement par leurs propriétés ; ce sont des liquides huileux, insolubles dans l'eau, non volatils; ils se comportent avec les alcalis hydratés, à la manière des éthers composés ordinaires, en donnant de l'alcool et un cyanate ou un cyanurate; ils rentrent donc dans la règle générale et doivent être considérés à ce titre comme les véritables *éthers cyaniques* ou *cyanuriques*.

» *Isocyanate d'éthyle.* — La préparation de ce produit exige quelques précautions, elle réussit généralement mieux en opérant sur de faibles quantités de matière....

» Il est indispensable en outre de ne pas employer un excès de l'un des corps réagissants; en effet, si c'est le chlorure de cyanogène qui domine, dans les conditions où l'on doit opérer en présence de l'alcool en excès, il peut se former des produits secondaires, tels que l'uréthane par exemple; avec un excès d'éthylate de soude, les inconvénients sont encore plus grands à cause de la formation de l'hydrate de soude libre, au moment où l'on fait intervenir l'eau pour purifier le produit. »

(P. 19.) « L'alcool employé pour la production de l'éthylate de soude doit être absolument pur....

» Dans mes nouvelles expériences, je n'emploie plus l'eau pour séparer l'éther isocyanique de l'alcool et du chlorure de sodium : j'évite ainsi la formation de produits secondaires difficiles à enlever. »

(P. 20.) « Le procédé que je suis aujourd'hui permet d'employer, sans tâtonnement, le chlorure de cyanogène et l'éthylate de soude en proportions rigoureusement équivalentes.

» Chaque opération se fait avec les quantités suivantes des corps réagissants :

Chlorure de cyanogène liquéfié........	26 grammes
Sodium brillant....................	10 »
Alcool absolu......................	100 »
Éther anhydre......................	200 » »

(P. 22) « Soumis à l'action de la chaleur, l'éther isocyanique commence à se décomposer vers 120 degrés, en produisant des vapeurs condensables en un liquide fluide contenant *de l'alcool* et *une partie huileuse plus dense que l'eau et insoluble dans ce liquide*.

» Ce produit huileux séparé de l'alcool, puis séché, entre en ébullition vers 195 degrés; il distille sans résidu et sans altération; il peut rester liquide pendant longtemps, mais il finit toujours par se solidifier, sans s'altérer et sans se modifier chimiquement. »

(P. 23) « L'analyse élémentaire a montré que *la composition de cette matière est précisément celle du produit primitif chauffé*, c'est-à-dire de l'éther isocyanique, dont une partie a éprouvé une transformation moléculaire très-curieuse. »

(P. 24) « Je n'ai pas cette matière volatile en assez grande quantité pour en faire une étude complète; *je me réserve de l'examiner ultérieurement.*

» Une expérience faite en traitant l'éther isocyanique par l'ammoniaque a donné de l'alcool, qui a été séparé, et de plus du cyanurate d'ammoniaque et une autre matière solide semblable à la mélamine; il ne s'est pas fait d'éthylurée.... »

(P. 26) « *Isocyanate de méthyle.* — Cet éther est analogue au précédent par sa composition et ses propriétés; il est plus difficile à préparer et à obtenir à l'état de pureté; pour peu que l'esprit de bois destiné à la préparation du méthylate de soude contienne de l'eau, *il se fait des produits secondaires* qu'il est presque impossible ensuite de séparer.

» L'isocyanate de méthyle chauffé se décompose en une partie volatile liquide et un résidu plus fixe solide; il se comporte, en présence de la potasse en dissolution, comme l'isocyanate éthylique, en donnant de l'esprit de bois et un cyanurate.

» L'ammoniaque aqueuse produit le même dédoublement. »

(P. 27) « Lorsque l'esprit de bois employé à la préparation du méthylate de soude n'est pas anhydre, la production de l'isocyanate par le chlorure de cyanogène diminue beaucoup, elle est même quelquefois nulle; *il se fait dans ce cas des produits secondaires dont l'étude mérite d'être suivie.*

» Je mentionnai à ce propos l'existence d'une belle substance blanche cristallisable qui s'est formée dans une préparation où l'esprit de bois employé n'avait pas été suffisamment rectifié. Cette matière, peu soluble dans l'eau, a pu être séparée facilement du chlorure de sodium. En la traitant ensuite par l'alcool bouillant, elle s'est déposée, par le refroidissement de la dissolution, en cristaux brillants, aplatis, de forme rhomboïdale.

» L'analyse de cette matière m'a conduit à la représenter par la formule



$$C^{12}H^{10}Az^4O^6,$$

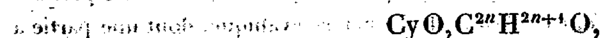
et j'ai proposé de la désigner provisoirement sous le nom de *méthylantoïne*.

» Cette substance nouvelle, chauffée dans un tube, entre en fusion à 225 degrés; un peu au-dessus, vers 230 degrés, elle se modifie, en donnant lieu à une élévation considérable de température, et la matière fondue devient opaque, de transparente qu'elle était. »

(P. 29.) « *Isocyanate d'amyle.* — J'ai obtenu ce corps à l'état de mélange avec une petite quantité d'alcool amylique; il paraît se comporter, comme ses homologues des alcools méthylique et vinique. »

» J'ai préparé, depuis la publication de ma thèse, l'*isocyanate de propyle*. On peut prédire également, sans craindre de se tromper, l'existence du composé correspondant pour l'alcool butylique.

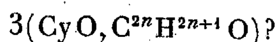
» Doit-on considérer les composés éthérés mentionnés ci-dessus comme les éthers cyaniques véritables représentés par la formule



$$CyO, C^{2n}H^{2n+1}O,$$

ou bien faut-il admettre que ces corps constituent les éthers cyanuriques

proprement dits,

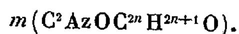


$$3(CyO, C^{2n}H^{2n+1}O)?$$

Enfin n'existe-t-il pas les deux séries parallèles?

» Je déclare que mon opinion n'est pas encore bien établie à cet égard; mais elle serait plutôt favorable à la dernière hypothèse. Pour prouver d'ailleurs que je me suis antérieurement préoccupé de ce point, je reproduirai, à titre de document, un dernier passage de ma thèse.

(P. 34.) « Fidèle à la méthode expérimentale, je ne déciderai pas si les composés cyaniques qui correspondent aux éthers de M. Wurtz sont des polymères de ces mêmes éthers pouvant être représentés d'une manière générale par la formule



$$m(C^2AzOC^{2n}H^{2n+1}O).$$

» Il m'a été impossible d'employer le moyen auquel on a ordinairement recours pour résoudre une question de ce genre. Les produits que j'ai étudiés n'étant pas volatils sans décomposition, je n'ai pas pu en prendre la densité de vapeur. »

» J'ajouterai, comme nouveau fait, que, quand on traite l'éthylate de soude mélangé avec de l'éther anhydre par du gaz acide sulfhydrique bien sec, on obtient un composé sulfuré décomposable par le chlorure de cyanogène, et si l'on reprend par l'eau le produit de la réaction débarrassé de l'excès d'éther, il reste un résidu solide amorphe, d'une couleur jaune clair et d'une odeur sulfurée désagréable.

» Ce produit diffère par ses caractères des composés sulfocyanhydriques connus. Je termine actuellement son étude, qui fera l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés homologues des acides tartrique et malique.* Note de **MM. H. Gal** et **J. Gay-Lussac**, présentée par M. Cahours.

« Jusqu'à présent, on n'a signalé dans les végétaux l'existence d'aucune substance acide se rattachant aux groupes tartrique et malique. Des acides de ce genre se rencontrent-ils dans la nature, c'est ce que nous ne pourrions dire; mais nous pouvons affirmer, d'après les expériences que nous allons décrire, qu'un certain nombre de ces composés peuvent s'obtenir artificiellement.

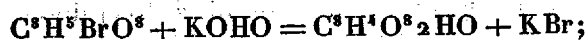
» MM. Kekulé (1), Perkin et Duppa (2) ont montré, il y a déjà quel-

(1) Kekulé, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV.

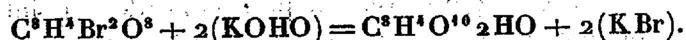
(2) Perkin et Duppa, *Annales de Chimie et Physique*, 3e série, t. LX.

ques années, que l'on pouvait préparer l'acide malique par l'action de la potasse sur l'acide succinique monobromé et l'acide tartrique par l'action de cet alcali sur l'acide succinique bibromé.

» Ces deux réactions peuvent être représentées par les équations suivantes :



$$C^8H^5BrO^8 + KOHO = C^8H^4O^8\,2HO + KBr;$$



$$C^8H^4Br^2O^8 + 2(KOHO) = C^8H^4O^{10}\,2HO + 2(KBr).$$

» Les procédés d'oxygénation employés par ces chimistes sont, on le sait, d'une application générale, et fournissent le plus souvent d'assez bons résultats; nous avons pensé à les appliquer pour obtenir les homologues supérieurs des acides tartrique et malique. C'est ainsi que nous avons pu préparer les composés de ce genre, dérivant des acides adipique et subérique; nous leur donnerons, par suite, les noms d'acide *adipomalique*, *adipotartrique*, *subéromalique*, *subérotartrique*.

» *Acide adipotartrique*. — Si l'on introduit dans des tubes fermés à la lampe 1 équivalent d'acide adipique, pour 4 équivalents de brome, et qu'on les porte à 170 degrés, température nécessaire pour déterminer la réaction, la décoloration s'effectue très-rapidement, la grande quantité de gaz brusquement formée détermine souvent la rupture des tubes. Aussi est-il important de ne pas employer une trop grande quantité de substance et de ne pas dépasser 170 degrés; car, dans ce cas, la masse se carbonise. Lorsque l'opération est bien conduite, on obtient, en brisant la pointe des tubes, un dégagement abondant de gaz bromhydrique, tandis qu'il reste à l'intérieur une masse jaunâtre, pulvérulente, d'une odeur camphrée. Cette substance constitue l'acide adipique bibromé; elle contient, en effet, 53 pour 100 de brome; la formule $C^{12}H^8Br^2O^8$ exige 52,63.

» Ce composé, fort peu stable, se dissout facilement dans l'eau, mais en s'y décomposant; après deux cristallisations, le produit obtenu ne contient plus que 9,3 pour 100 de brome. Ce dérivé bromé, chauffé pendant quelques heures avec de l'eau à la température de 150 degrés, donne un liquide qui, par l'évaporation, fournit des cristaux incolores et tout à fait exempts de brome.

» Ces cristaux ne sont autres que l'acide adipotartrique; en effet, soumis à l'analyse, ils ont fourni les résultats suivants :

» I. $0^{gr},327$ de matière brulés au moyen de l'oxyde de cuivre ont donné $0^{gr},177$ d'eau et $0^{gr},476$ d'acide carbonique;

» II. $0^{gr},435$ de substance ont donné $0^{gr},231$ d'eau et $0^{gr},641$ d'acide carbonique.

	I.	II.	Théorie.
Carbone.............	39,7	40,2	40,4
Hydrogène...........	6,0	5,8	5,6
Oxygène............	54,2	53,9	54,0

» L'acide adipotartrique ainsi obtenu possède une saveur rappelant celle des acides des fruits; il est assez soluble dans l'alcool et l'éther; il se dissout bien plus abondamment dans l'eau bouillante que dans l'eau froide; par le refroidissement, il se dépose toujours en cristaux très-réguliers : ce sont des lames maclées suivant leur épaisseur et dérivant du système clinorhombique.

» Il est sans action sur la lumière polarisée, propriété qu'il partage avec l'acide tartrique préparé artificiellement, ainsi que M. Pasteur l'a montré (1). Sa dissolution, versée dans la potasse, détermine par l'agitation un précipité cristallin analogue à la crème de tartre. Combiné à l'ammoniaque, il fournit des sels qui cristallisent avec la plus grande facilité.

» *Acide adipomalique.* — Pour obtenir l'acide adipique monobromé, on chauffe dans des tubes scellés à la lampe 1 équivalent d'acide adipique et 2 équivalents de brome. A la température de 160 degrés, il s'établit une vive réaction; aussi faut-il, comme dans le cas précédent, opérer sur de petites quantités de matière; après décoloration, on brise la pointe effilée des tubes pour donner passage au gaz bromhydrique, et l'on peut retirer le produit de la réaction.

» C'est un corps solide, d'un brun assez foncé, d'une odeur camphrée. Il se dissout facilement dans l'éther et contient 33,9 de brome; l'acide adipique monobromé $C^{12}H^{9}BrO^{8}$ exige 35,5. L'eau le décompose partiellement du moins. Pour le transformer en acide adipomalique, nous avons eu recours aux alcalis : par l'action de la potasse sur ce composé, il se forme du bromure et de l'adipomalate de potasse. En traitant le mélange par l'acide chlorhydrique, puis par l'alcool, on obtient par l'évaporation de ce dernier un résidu acide jaune pâle, dans lequel il se manifeste avec le temps une cristallisation confuse. Sa dissolution aqueuse détermine dans l'acétate de plomb un précipité blanc, qui entre en fusion lorsqu'on chauffe la liqueur. Par le refroidissement, cette masse fondue se solidifie et se présente alors sous la forme d'un corps brunâtre, assez dur, d'un aspect nacré.

(1) PASTEUR, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXI, p. 486.

Cette substance se dissout en petite proportion dans une dissolution chaude d'acétate de plomb, qui la laisse déposer en écailles nacrées presque blanches.

» Ce composé correspond à la formule $C^{12}H^{8}O^{10}Pb^{2} + 10HO$. Il contient en effet 51,40 de plomb, tandis que cette formule exige 51,48.

» Ces paillettes desséchées à l'étuve, à une douce chaleur, perdent 4 équivalents d'eau, en fonçant un peu de couleur, et laissent un résidu ayant pour formule $C^{12}H^{8}O^{10}Pb^{2} + 6HO$, ainsi que le prouvent les analyses suivantes :

» I. $0^{gr},356$ de matière brûlés par l'oxyde de cuivre ont fourni $0^{gr},114$ d'eau, et $0^{gr},210$ d'acide carbonique;

» II. $0^{gr},345$ de matière ont donné, par calcination avec l'acide sulfurique, $0^{gr},247$ de sulfate de plomb.

	Calcul.	Théorie.
Carbone	16,43	17,06
Hydrogène	3,65	3,30
Oxygène	49,30	49,28

» Décomposé par l'hydrogène sulfuré, ce sel fournit une substance visqueuse tout à fait semblable à l'acide primitif. Cet acide se combine à l'ammoniaque pour donner un sel qui cristallise assez mal. Le sel de potasse ne cristallise pas.

» *Acides subéromalique et subérotartrique.* — Les dérivés bromés de l'acide subérique se préparent comme ceux de l'acide adipique, en chauffant à 160 degrés des mélanges en proportions convenables d'acide et de brome. Nous avons obtenu l'acide subérique monobromé $C^{16}H^{13}BrO^{8}$, et l'acide subérique bibromé $C^{16}H^{12}Br^{2}O^{8}$. Ces composés sont plus stables que les dérivés correspondants de l'acide adipique. Nous avons traité chacun d'eux par la potasse caustique, il s'est formé du bromure de potassium et un acide nouveau que nous avons séparé au moyen de l'alcool. Ces acides ne cristallisent pas; desséchés dans le vide sur l'acide sulfurique, et analysés ensuite, ils ont fourni les résultats suivants :

» I. $0^{gr},411$ de la substance, provenant de l'acide monobromé, brûlés au moyen de l'oxyde de cuivre, ont donné $0^{gr},277$ d'eau et $0^{gr},764$ d'acide carbonique;

» II. $0^{gr},400$ de la substance préparée au moyen de l'acide bibromé ont donné, dans les mêmes circonstances, $0^{gr},266$ d'eau et $0^{gr},689$ d'acide carbonique.

I.	Théorie.	Calcul.	II.	Théorie.	Calcul.
Carbone	50,7	50,5	Carbone	47,0	46,6
Hydrogène	7,5	7,3	Hydrogène	7,4	6,8
Oxygène	42,8	42,2	Oxygène	45,6	46,6

« On voit par ces chiffres que les composés analysés sont bien des homologues des acides malique et tartrique.

» Ces acides se combinent facilement aux bases, mais les sels auxquels ils donnent naissance cristallisent assez mal.

» Il résulte de ce qui précède que l'on doit, à côté des acides malique et tartrique, ranger les composés que nous venons de décrire, et l'on peut même prévoir, pour chacun des acides du groupe oxalique, un correspondant dans les groupes malique et tartrique, de sorte que l'on peut écrire les tableaux suivants :

Groupe oxalique.		*Groupe malique.*	
Acide oxalique	$C^4 H^2 O^8$	Acide oxalomalique (inconnu)	$C^4 H^2 O^{10}$
Acide succinique	$C^8 H^6 O^8$	Acide succinomalique (A. malique)	$C^8 H^6 O^{10}$
Acide pyrotartrique	$C^{10} H^8 O^8$	Acide pyrotartromalique (incon.)	$C^{10} H^8 O^{10}$
Acide adipique	$C^{12} H^{10} O^8$	Acide adipomalique	$C^{12} H^{10} O^{10}$
Acide pimélique	$C^{14} H^{12} O^8$	Acide pimélomalique (inconnu)	$C^{14} H^{12} O^{10}$
Acide subérique	$C^{16} H^{14} O^8$	Acide subéromalique	$C^{16} H^{14} O^{10}$
Acide sébacique	$C^{20} H^{18} O^8$	Acide sébacomalique (inconnu)	$C^{20} H^{18} O^{10}$

Groupe tartrique.

Acide oxalotartrique (inconnu)	$C^4 H^2 O^{12}$
Acide succinotartrique (A. tartrique)	$C^8 H^6 O^{12}$
Acide pyrotartrotartrique (inconnu)	$C^{10} H^8 O^{12}$
Acide adipotartrique	$C^{12} H^{10} O^{12}$
Acide pimélotartrique (inconnu)	$C^{14} H^{12} O^{12}$
Acide subérotartrique	$C^{16} H^{14} O^{12}$
Acide sébacotartrique	$C^{20} H^{18} O^{12}$ »

CHIMIE ANIMALE. — *De l'action de l'acide chlorhydrique sur l'osséine. Nouvelles recherches sur le dosage de l'osséine dans les ossements fossiles.* Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Balard.

« I. Les ossements fossiles renferment souvent leur matière gélatineuse en proportions si réduites, qu'il faut employer des quantités considérables d'acide chlorhydrique pour dissoudre les matières minérales. J'ai cherché

à déterminer l'influence que cet acide exerce sur l'osséine, en solutions concentrées et étendues, de manière à savoir si l'osséine soluble dont j'ai annoncé l'existence dans les ossements fossiles, il y a quelques mois (1), préexiste réellement dans les ossements, ou si elle peut se former par l'action prolongée de l'acide chlorhydrique dilué sur l'osséine ordinaire.

» L'existence d'une certaine quantité de cette substance dans les os fossiles me semble avoir été mise hors de doute, non-seulement par les analyses que j'ai faites, mais encore par la petite quantité que j'en ai extrait directement des ossements, en les triturant avec de l'eau pure.

» Néanmoins, les critiques bienveillantes de M. Élie de Beaumont (2) m'ont engagé à continuer cette étude, et à chercher à déterminer, d'une manière plus rigoureuse, les proportions des deux osséines.

» II. L'osséine ordinaire, à l'état de pureté, préparée par la méthode indiquée par M. Fremy, se dissout intégralement et en quelques heures dans de l'acide chlorhydrique concentré et froid.

» Cette solution, débarrassée de l'acide chlorhydrique par l'oxyde d'argent, est neutre et ne présente les propriétés ni d'une solution de gélatine, ni d'aucun de ses dérivés connus. Évaporée à siccité, elle fournit un dépôt blanc qui répand, à la calcination, l'odeur de corne brûlée. Elle n'est précipitée par aucun des sels qui précipitent la gélatine; après ébullition et concentration, elle ne produit ni gelée, ni cristaux.

» L'acide chlorhydrique affaibli n'exerce que peu d'action sur l'osséine. On sait que, pour le dosage de cette substance, M. Fremy recommande d'étendre l'acide concentré de neuf fois son volume d'eau; dans ces conditions, l'attaque de l'osséine pure par l'acide est encore sensible au bout de vingt-quatre heures de contact; ce n'est guère que lorsque l'acide ne renferme plus que $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide chlorhydrique que la liqueur acide peut être évaporée, après avoir séjourné pendant vingt-quatre heures sur l'osséine, sans laisser de résidu appréciable et sans répandre à la calcination l'odeur de corne brûlée. Cette concentration correspond à un volume d'acide étendu de trente à quarante fois son volume d'eau.

» Le caractère de noircir à la calcination, en répandant l'odeur caractéristique de l'osséine ou de la corne brûlée, est d'une très-grande sensibilité, à la condition de saturer par l'ammoniaque pure la solution chlorhydrique, avant l'évaporation.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1287, et *Bulletin de la Société Chimique*, 1870, p. 199.
(2) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1211 et suiv.

» III. J'ai recherché les deux osséines dans des ossements fossiles, en me servant, cette fois, d'acide très-étendu ne renfermant pas plus de $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide chlorhydrique.

» Un ossement de Mammouth, trouvé dans le Lehm d'Eguisheim, a donné à l'analyse:

	Analyse (1).	Composition de la matière animale.
Osséine ordinaire............	$0^{gr},617$	63,7
Osséine soluble..............	$0^{gr},352$	36,3
		100,0

» Un ossement d'*Ursus spelæus* a donné :

Osséine ordinaire............	$0^{gr},204$	37,4
Osséine soluble..............	$0^{gr},342$	62,6
		100,0

» Ainsi, l'osséine soluble ne se forme pas, en totalité du moins, par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'osséine ordinaire; elle préexiste dans les ossements fossiles que j'ai analysés, et mes anciennes analyses conservent leur valeur, quoique l'emploi d'un acide trop concentré ait pu augmenter un peu la quantité d'osséine soluble renfermée primitivement dans les os.

» IV. Il ne peut me venir à l'esprit de mettre mon opinion en balance avec celle de M. Élie de Beaumont; mais qu'il me soit permis, malgré mon incompétence en pareille matière, de répondre par quelques mots aux objections que ce savant a opposées aux conclusions de mon premier travail.

» Dans la comparaison que j'ai faite, entre un pariétal humain trouvé dans le diluvium d'Éguisheim et un ossement de Mammouth de la même provenance, j'ai surtout insisté sur la similitude de la composition immédiate de l'osséine dans ces deux os. Ils renferment, en effet, tous les deux, une quantité d'osséine soluble très-considérable :

	Pariétal humain.	Mammouth.
Osséine ordinaire............	20,12	23,80
Osséine soluble..............	79,88	76,20
	100,00	100,00

» J'ai cru pouvoir m'autoriser de nombres si rapprochés pour conclure à la contemporanéité d'ossements *trouvés dans le même terrain*. M. Élie de

(1) Cet ossement de Mammouth n'est pas le même qui a servi à mes premières analyses; il a été trouvé dans des conditions différentes de celui-ci; il n'y a donc aucune comparaison à établir entre eux.

Beaumont fait observer que « l'humérus de Mammouth ayant absorbé trois » fois et demi plus de silice que le pariétal humain, on peut admettre que » ces deux os n'ont pas toujours été conservés dans des circontances iden- » tiques, comme il faudrait qu'ils l'eussent été pour que la conclusion de » M. Scheurer-Kestner s'y appliquât légitimement. »

» Il ne me semble pas que cette objection subsiste, si l'on tient compte d'une chose essentielle : c'est que le morceau de pariétal humain avait été détaché, par la scie, d'une portion de crâne; que, par conséquent, la partie spongieuse de l'os s'était trouvée beaucoup plus protégée contre l'introduction du sable dans ses cellules, tandis que l'humérus de Mammouth se trouvait, au contraire, extérieurement et intérieurement imprégné de sable. La silice dont mes analyses font mention n'est pas de la silice *absorbée;* les fossiles du Lehm que j'ai analysés n'en renfermaient jamais qu'*à l'état de grains de sable*, qui s'étaient déposés dans les vides. Aussi, est-il permis, dans les conclusions à tirer de ces analyses, de négliger complétement la silice dans les deux cas, d'autant plus qu'on aurait pu la séparer des deux morceaux par un moyen mécanique, la lévigation, par exemple; il n'y a pas là de modification chimique de l'os.

» Quant à la propriété de happer à la langue, à laquelle M. Élie de Beaumont attache une certaine importance, je puis certifier que le crâne humain trouvé à Éguisheim happe à langue, et que j'ai pu répéter, avec le petit morceau de pariétal humain qui me reste encore, l'expérience de M. Buckland, citée par M. Élie de Beaumont.

» Je comprends fort bien que ce critérium et, en général, les résultats constatés de l'élimination de la substance gélatineuse des ossements ou de sa transformation graduelle ne doivent être appliqués qu'avec beaucoup de réserve et de discernement; c'est pourquoi j'ai pensé qu'une nouvelle méthode d'analyse et la constatation d'une nouvelle substance, restée inconnue jusqu'ici dans les ossements fossiles, permettraient aux hommes compétents d'arriver, sinon à la conviction absolue dans certains cas encore douteux, du moins à la connaissance d'un moyen de contrôle de plus. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la rapidité de l'absorption de l'oxyde de carbone par le poumon.* Note de M. N. GRÉHANT, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans les recherches que j'ai faites en 1864 sur le renouvellement de l'air dans les poumons de l'homme, j'ai démontré que, chez un homme dont le volume des poumons est $2^l,93$ à la suite d'une inspiration et d'une expiration égale à un demi-litre d'air, 100 centimètres cubes de mélange

gazeux, considérés en un point quelconque de l'arbre aérien, ont reçu 11 centimètres cubes d'air pur.

» De cette mesure, obtenue par expérience, j'ai tiré cette conséquence que si l'homme est placé dans une atmosphère renfermant un gaz toxique, dès la première inspiration ce gaz est distribué dans tout l'arbre aérien, pour être livré à l'absorption par le sang.

» Pour établir plus complétement cette conséquence et pour étudier les phases successives de l'intoxication par la voie des poumons, j'ai fait plusieurs expériences dans le laboratoire de physiologie du Muséum d'histoire naturelle, placé sous la direction de mon illustre maître, M. Claude Bernard. Comme gaz toxique, j'ai employé l'oxyde de carbone et j'ai choisi ce gaz pour plusieurs raisons. M. Claude Bernard a établi le premier que l'oxyde de carbone tue les animaux, parce qu'il se fixe sur les globules rouges du sang, et qu'il déplace l'oxygène combiné à ces globules, de sorte que, chez un animal qui succombe à l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, le sang artériel contient beaucoup moins d'oxygène que le sang artériel normal, et les globules sont combinés avec une forte proportion d'oxyde de carbone.

» On sait que la combinaison cristalline de l'oxyde de carbone avec l'hémoglobine a été étudiée et isolée par M. Hoppe Seyler, et que le spectroscope permet de distinguer qualitativement cette combinaison de la combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine.

» Mais dans le travail que j'ai entrepris, j'avais un autre but. Je me proposais de déterminer quantitativement la proportion d'oxyde de carbone combinée avec les globules rouges aux différents temps de l'intoxication; c'est pourquoi j'ai employé, pour extraire l'oxyde de carbone du sang, le procédé suivant, qui m'a offert toute certitude.

» Après avoir extrait les gaz du sang normal dans le vide à 40 degrés, à l'aide de la pompe à mercure, on fait arriver dans l'appareil à extraction un volume d'acide sulfurique double de celui du sang, on chauffe le bain d'eau à 100 degrés, et l'on maintient l'ébullition pendant une demi-heure; dans ces conditions, on obtient encore de l'acide carbonique, une trace d'oxygène et un peu d'azote, mais point trace d'oxyde de carbone. Mais si l'on opère de la même manière avec du sang d'un animal empoisonné par l'oxyde de carbone, le vide seul à 40 degrés donne de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'azote, et point trace d'oxyde de carbone, tandis que l'acide sulfurique à 100 degrés dans le vide détruit les globules et chasse complétement l'oxyde de carbone combiné avec de l'hémoglobine.

» Pour vérifier l'exactitude de ce procédé, j'ai absorbé avec du sang un volume connu d'oxyde de carbone et par l'action de l'acide sulfurique à 100 degrés, j'ai dégagé exactement le même volume de gaz.

» Je dois ici faire une remarque importante. Si au lieu de chauffer à 100 degrés, le mélange de sang et d'acide sulfurique dans un ballon vide communiquant avec la pompe à mercure, on chauffe ce mélange dans une cornue munie d'un tube abducteur, la température s'élève davantage, et l'on obtient alors sous la pression ordinaire un volume très-considérable d'oxyde de carbone fourni par la décomposition des matières albuminoïdes et de l'hémoglobine; il faut donc rejeter complétement ce procédé plus simple.

» Ayant ainsi établi un procédé de dégagement de l'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine dans le sang intoxiqué, j'ai pu étudier les premières phases de l'intoxication.

» Dans une grande cloche tubulée de verre, je compose un mélange de 9 litres d'air et de 1 litre d'oxyde de carbone pur; la tubulure de la cloche est fermée par le robinet à trois voies que j'ai employé pour faire la mesure du volume des poumons. Chez un chien on découvre l'artère carotide, et l'on fixe dans le vaisseau une canule de verre portant un tube de caoutchouc fermé par une pince; puis une muselière bien adaptée à la tête de l'animal est réunie par un tube de caoutchouc au robinet de la cloche. L'animal respire d'abord dans l'air; au commencement d'une minute marquée sur une montre à secondes, j'ouvre le robinet de la cloche, aussitôt l'animal respire le gaz toxique; entre la 55ᵉ et la 80ᵉ seconde, après le début, je reçois dans une seringue fixée dans la canule de la carotide 50 centimètres cubes de sang artériel qui est aussitôt injecté dans l'appareil à extraction des gaz; les gaz du sang sont extraits à 40 degrés; puis, par l'acide sulfurique à 100 degrés, on extrait l'oxyde de carbone; voici les résultats qui ont été fournis par le sang intoxiqué, et ceux qui ont été donnés par un échantillon de sang normal de la carotide soumis exactement aux mêmes procédés :

Gaz secs à zéro et à la pression de 760 millimètres.

	Acide carbonique.	Azote.	Oxygène.	Oxyde de carbone.
100 centimètres cubes de sang artériel intoxiqué	42,4	1,7	6,4	15,0
100 centimètres cubes de sang artériel normal	37,6	1,7	16,6	0,0

» Sur un autre chien, j'ai répété l'expérience, mais après avoir disposé deux appareils à extraction des gaz du sang, dans lesquels on avait d'abord fait le vide absolu. L'animal fut mis en rapport de la même manière avec la cloche renfermant le mélange rendu toxique par $\frac{1}{10}$ d'oxyde de carbone; mais on recueillit deux fois du sang artériel, la première prise fut faite de la 10e à la 25e seconde, la deuxième de la 75e à la 90e seconde; puis on rendit l'air à l'animal qui se rétablit; on fit ensuite simultanément l'extraction des gaz :

	Acide carbonique.	Azote.	Oxygène.	Oxyde de carbone.
100 centimètres cubes de sang artériel de la première prise............	40,5	1,57	14,65	4,28
100 centimètres cubes de sang artériel de la deuxième prise............	44,3	2,78	4,01	18,41

» D'autres expériences, faites dans les mêmes conditions, donnèrent des résultats analogues; nous voyons donc que chez un animal qui respire de l'air contenant $\frac{1}{10}$ d'oxyde de carbone, mélange fortement toxique, le sang artériel, entre la 10e et la 25e seconde, renferme déjà 4 pour 100 d'oxyde de carbone, et déjà moins d'oxygène que le sang normal (14,6 pour 100); et entre 1 minute 15 secondes et 1 minute 30 secondes, l'oxyde de carbone se trouve dans le sang en très-forte proportion (18,4 pour 100), et l'oxygène en quantité très-diminuée (4 pour 100). Alors l'animal courait un grand danger, et si l'expérience avait duré 1 minute de plus il serait mort.

» Ces résultats incontestables sont immédiatement applicables à l'homme, et l'on peut affirmer que si l'homme pénètre dans un milieu fortement délétère, dès la première minute le poison gazeux est dissous dans le sang artériel et porté au contact des éléments anatomiques qu'il tue.

» Nous avons tous les jours de trop nombreux exemples de mort aussi subite, survenant chez des ouvriers que leur profession oblige à s'exposer aux gaz ou aux vapeurs délétères, soit en descendant dans des puits, soit en pénétrant dans des galeries de mines, dont l'air est toxique ou plus ou moins dépourvu d'oxygène. Mais les physiologistes ont certainement déjà donné un conseil qui peut mettre désormais la vie de l'homme à l'abri de tout accident pareil, et ce conseil devrait être érigé en loi. Avant de pénétrer dans un puits, dans une fosse, ou dans une galerie dont l'air n'a pas été renouvelé depuis longtemps, l'ouvrier doit se faire précéder d'une cage renfermant un oiseau ou un petit mammifère, comme un rat

ou un cochon d'Inde; si l'animal laissé dans l'atmosphère confinée pendant dix à quinze minutes résiste à cette épreuve, l'homme peut pénétrer sans crainte; si l'animal succombe, on pratiquera une ventilation énergique, jusqu'à ce qu'un autre animal résiste à une nouvelle épreuve.

» L'emploi de cet *animal de sûreté* pourra préserver l'homme d'accidents trop souvent mortels, comme la lampe de Davy, dans les houillères, a sauvé la vie a tant de mineurs. »

MÉDECINE. — *De l'état de la contractilité musculaire, jugé comparativement au moyen des courants continus et des courants d'induction dans un certain nombre de paralysies et des conséquences qui en résultent.* Note de **M. J. Chéron**, présentée par M. Ch. Robin.

« L'électricité produite par les courants d'induction a été considérée comme le meilleur réactif de la contractilité musculaire; aussi ce moyen a-t-il joué et joue-t-il encore un grand rôle dans le diagnostic et le pronostic des paralysies.

» D'autre part, l'emploi des courants continus tend, aujourd'hui, à prendre une place dans la physiologie et dans la thérapeutique; or, les effets physiologiques produits par ces courants étant tout autres que ceux qui sont produits par les courants d'induction, il y a intérêt à en faire une étude spéciale.

» La contractilité musculaire étudiée, comparativement, au moyen des courants continus et des courants d'induction dans des cas de paralysies du deltoïde essentielles ou consécutives à une fièvre éruptive ou à un traumatisme, dans des cas de paralysies faciales dites rhumatismales et dans des cas de paralysies saturnines, donne les résultats que voici :

» 1° Dans les paralysies musculaires de la nature de celles que je viens de mentionner, les courants continus, à l'ouverture et à la fermeture, mettent en jeu la contractilité des organes paralysés alors que les courants d'induction, quelle qu'en soit l'intensité, ne peuvent produire la moindre contraction (1).

» 2° Dans ces mêmes cas, lorsque la guérison s'effectue, le muscle qui a été frappé de paralysie se contracte sous l'influence de la volonté, et cependant les courants d'induction ne peuvent produire des contractions

(1) Hammond avait déjà constaté ce fait dans la paralysie infantile, et Neumann dans l'hémiplégie faciale rhumatismale. — *Voir* aussi un long exposé des faits de cet ordre par MM. Ch. Legros et Onimus (*Journal d'Anatomie et de Physiologie*, 1869, p. 511 à 529).

musculaires d'une façon appréciable, tandis que les courants continus, au contraire, les produisent à l'ouverture et à la fermeture d'une façon très-caractérisée. Par conséquent :

» 3° Les courants d'induction ne représentent point le meilleur mode de stimulation propre à mettre en jeu la contractilité des muscles paralysés, et il y a tout lieu de réformer cette proposition qui avait cours dans la science : *L'irritabilité électro-musculaire n'est pas nécessaire à la motilité.*

» 4° Il y a tout lieu aussi de distinguer, au point de vue de l'exploration électrique, deux sortes de contractilité électro-musculaire : 1° la contractilité farado-musculaire ; 2° la contractilité galvano-musculaire; la première dénomination représentant la réaction des muscles sous l'influence des courants d'induction, la seconde la réaction des muscles sous l'influence des courants continus.

» 5° Enfin, l'importance du rôle des courants d'induction dans certaines paralysies, au point de vue du diagnostic, du pronostic et du traitement doit être considérablement réduite par la connaissance des faits que nous venons de signaler. »

VITICULTURE. — *La Phthiriose ou Pédiculaire de la vigne chez les anciens et les Cochenilles de la vigne chez les modernes.* Note de **M. J.-E. Planchon**, présentée par M. Decaisne.

« Dans la séance du 28 mars dernier, M. Duchartre a résumé, en quelques lignes, les conclusions d'un Mémoire de M. Koressios, d'Athènes, sur l'identité prétendue entre la maladie du *Phylloxera*, qui détruit des vignes en Provence, et la Phthiriose ou Pthiriasis, dont il est question dans un passage de Strabon. La Société des Agriculteurs de France a bien voulu me communiquer la Note de M. Koressios. J'ai rapproché cette Note de l'extrait d'une intéressante étude faite par M. Niedelsky, sur la Cochenille qui ravage les vignes en Crimée (1), et ce rapprochement m'a conduit à des conclusions dont je me bornerai, pour le moment, à présenter le résumé, sauf à les appuyer prochainement de tous les développements requis.

» C'est vainement qu'on chercherait, dans le passage cité de Strabon, les mots de *Phylloxera* ou de *Phyllotrox* (dessécheur ou mangeur de feuilles) que M. Koressios semble y signaler. Strabon emploie le mot θηρίον, dans le

(1) Je ne connais cette Note que par la traduction abrégée qu'en a donné le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France* (15 février et 15 mars 1870).

sens d'animalcule, pour l'insecte auteur de la maladie qu'il appelle φθειρίωσιν, mot que traduit en latin le terme de *pedicularis* (maladie des poux).

» Walckenaër, dans une intéressante étude sur les insectes ampélophages signalés par les auteurs de l'antiquité, a su judicieusement retrouver dans le φθεὶρ des Grecs un des Kermès de la vigne; mais il a cru, sans raison, pouvoir rapporter ce φθεὶρ au *Coccus vitis* de Linné (aujourd'hui *Pulvinaria vitis* de Targioni Tozzetti), c'est-à-dire à la Cochenille de la vigne, qui recouvre ses œufs de son propre corps, qui reste plus ou moins sédentaire sur les parties aériennes de l'arbuste, et qui n'hiverne pas sur les racines, mais bien dans les lambeaux de l'écorce.

» Le φθεὶρ des Grecs n'est pas cette Cochenille, à ponte unique dans l'année, à vie toute extérieure; c'est le *Dactylopius longispinus* de Targioni Tozzetti, c'est-à-dire une vraie Cochenille à vie errante, à segments du corps toujours distincts, répandant ses nichées d'œufs sous des paquets de matière cotonneuse, produisant souvent du miellat et subséquemment de la fumagine sur la vigne; hivernant, en partie du moins, sur les racines de cet arbuste, tantôt sous forme d'œuf, tantôt à l'état d'insecte suceur, et, dans ce dernier cas, détruisant les vignobles par épuisement des radicelles, comme le fait le *Phylloxera*.

» Très-voisin du *Coccus adonidum* de Linné, c'est-à-dire de la Cochenille farineuse des serres (*Dactylopius adonidum*, Coste), le *Dactylopius longispinus* a été étudié en Crimée par M. Niedelsky, qui l'a déterminé inexactement *Coccus vitis*, L. La preuve que c'est bien le φθεὶρ des Grecs résulte surtout d'un détail biologique qu'on peut recueillir dans Strabon. En mentionnant, en effet, l'emploi du bitume mélangé à l'huile d'olive contre cet insecte, Strabon dit qu'on enduit le pied de souche de ce mélange, pour tuer l'animalcule *avant qu'il soit monté des racines vers les bourgeons*. Or ce traitement convient à un insecte hivernant sur les racines, et non pas au *Coccus*, ou *Pulvinaria vitis*, qui n'abandonne pas les rameaux.

» Coïncidence curieuse! M. Niedelsky, sans connaître le passage de Strabon, indique, contre la Cochenille des vignobles de Crimée, l'emploi du pétrole (kérosène) mélangé avec de l'huile, sous forme de liniment, sur le cep. C'est le procédé traditionnel en Grèce, et qui, d'après M. Koressios, est employé de nos jours, dans ce pays, contre la Péd iculaire de la vigne.

» C'est à dessein que je supprime, dans ce résumé, les détails relatifs au φθεὶρ ou θηρίον dont il est question dans les Géoponiques, dans Ctésias. Je me borne, comme remarque finale, à constater que le *Phylloxera* de la vigne, insecte à peine visible à l'œil nu, n'a rien de commun avec le φθεὶρ des

Grecs, que la vue simple fait aisément découvrir, et qui constitue, dans toute la région chaude de la Méditerranée, une maladie endémique de la vigne : encore moins le *Phylloxera* pourrait-il être, comme le croit M. Koressios, une forme particulière de l'*oïdium*, c'est-à-dire d'un parasite végétal aujourd'hui relativement si bien connu. Toutes les probabilités, du reste, semblent être en faveur de l'idée que le *Phylloxera vastatrix* est une importation récente de l'Amérique du Nord. S'il est vrai, comme on a lieu de le présumer avec M. Signoret et M. Jules Lichtenstein, que cet insecte soit le *Pemphigus vitifoliæ* (*sic*) d'Asa Fitch et le *Dactylosphæra vitifolia* de Shimer, ce présent que nous aurait fait la jeune Amérique ne saurait être le φθείρ de la vieille Grèce. »

ANATOMIE. — *Note sur la région crânienne de l'*Amphioxus, *pour faire suite aux observations sur la structure de la corde dorsale du poisson nommé* Amphioxus lanceolatus (1). Note de **M. E. Moreau**, présentée par M. Aug. Duméril.

« La corde dorsale dépasse en avant les parois de l'enveloppe du système nerveux central : elle se prolonge dans les tissus au milieu desquels elle se termine en pointe mousse. Ce mode de terminaison indique évidemment un arrêt de développement dans les parties qui concourent à la composition du crâne et de la face. Nous n'avons pas l'intention de rechercher quelles sont toutes les conséquences que peut amener cet arrêt de développement; notre étude portera seulement sur la région crânienne.

» *Région crânienne. Encéphale.* — Il est généralement admis que l'Amphioxus n'a ni crâne, ni cerveau, mais on peut démontrer ce que cette manière de voir a de trop absolu.

» Pour mettre plus de clarté dans la description, nous examinerons comparativement une coupe perpendiculaire à l'axe du corps faite à la région crânienne avec une autre coupe pratiquée dans le même sens, mais en arrière des tentacules buccaux. Le crâne a des parois qui ont la même structure que la gaîne de la corde dorsale et les lames vertébrales, mais il y a une grande différence dans la disposition et l'arrangement des parties. C'est pour n'avoir pas suffisamment tenu compte de ces modifications qu'on n'est pas parvenu à reconnaître le développement du crâne.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1006; 1870.

» 1° *Région inférieure ou base du crâne.* — Elle est formée en grande partie par la gaîne de la corde dorsale et la paroi interne et inférieure des pièces latérales. Ce qui frappe au premier abord, c'est la grande différence de dimension entre le diamètre de la corde dorsale à la région crânienne et celui de la corde dorsale à la région rachidienne en avant de l'anus. Ce fait, du reste, n'a rien d'anormal; il est facile à vérifier, même dans l'esturgeon.

» 2° *Parois latérale et supérieure.* — Ces parois sont composées, nous l'avons déjà dit, d'un tissu semblable à celui de la gaîne de la corde dorsale; elles ne sont nullement et ne peuvent être les analogues des enveloppes propres à l'encéphale dans les vertébrés supérieurs. Les pièces qui constituent ces parois viennent s'appuyer sur la corde dorsale, mais au lieu de prendre une direction inclinée en dedans comme les lames vertébrales, elles se portent en dehors, puis décrivant une courbe à convexité externe, elles vont à la rencontre l'une de l'autre pour former une véritable voûte. Elles circonscrivent en haut et latéralement la plus grande partie d'un ovale dont le grand axe est vertical; il en résulte que la hauteur l'emporte sur la largeur.

» 3° *Cerveau.* — Cette partie du système nerveux avait été considérée par M. de Quatrefages comme un renflement ganglionnaire analogue à ceux qu'il avait déjà constatés sur l'axe neural, mais auquel il attribue une importance physiologique plus considérable, en raison des fonctions des nerfs qui en émergent. Au premier abord et sans étude préliminaire sur la structure même de l'encéphale, il est facile de reconnaître qu'il diffère de la moelle par l'absence d'un canal central, par des changements dans la forme et les dimensions. Le contour du cerveau (nous parlons toujours, bien entendu, d'après la figure d'une coupe perpendiculaire au grand axe du corps) est indiqué par deux lignes ayant à peu près la courbure des parois latérales et une troisième ligne parallèle à la base du crâne. Il résulte de cette configuration de l'encéphale, qui se moule en quelque sorte sur le crâne, que son diamètre vertical est plus grand que le diamètre transverse, ce qui n'a pas lieu pour la moelle.

» Enfin, la nageoire dorsale qui se prolonge sur la tête est soutenue, comme dans le reste de son étendue, par un rayon particulier que nous avons considéré comme résultant de la fusion du rayon propre de la nageoire avec un interépineux. L'anatomie comparée pouvait nous guider, puisque nous retrouvons cette disposition dans plusieurs familles de poissons : qu'il me suffise de citer comme exemple des plus communs la sole, parmi

les Pleuronectes; mais ici, ce rayon composé s'appuie directement sur la voûte du crâne; il n'est plus supporté par cette tige particulière que, en raison de ses rapports avec les lames vertébrales, nous avons désignée sous le nom d'*apophyse épineuse*.

» En résumé, il sera toujours possible de distinguer la région crânienne de la région rachidienne proprement dite : 1° à la région crânienne, pas d'apophyse épineuse; 2° corde dorsale très-développée sur l'axe vertébral, beaucoup moins à la région crânienne; 3° canal rachidien beaucoup moins large que la cavité du crâne; 4° diamètre vertical dans la coupe du cerveau plus grand que le diamètre transverse, c'est le contraire dans la coupe de la moelle; 5° enfin canal central facile à voir dans la moelle.

» Pour compléter l'étude de ce squelette en miniature, il faudrait parler des tentacules buccaux et des pièces particulières qui se trouvent dans ces plis latéraux que Costa avait, avec un point d'interrogation, nommés *nageoires ventrales*.

» *Nota.* — Pour faire cette anatomie de l'Amphioxus, il faut mettre macérer l'animal dans une solution étendue d'acide chromique ou de bi-chromate de potasse, et se servir d'un grossissement de 70 diamètres environ. »

M. Sacc adresse une Note relative à une expérience qu'il considère comme pouvant fournir un procédé de préparation directe de l'acide pyrotartrique, par la dissolution de l'acide tartrique anhydre dans de l'acide acétique du commerce :

« Pour cela, on a chauffé au bain-marie 100 grammes d'acide tartrique anhydre, en poudre, avec 100 grammes d'acide acétique; la dissolution s'effectue naturellement; puis on a introduit le mélange dans une cornue, où on l'a chauffé à feu nu, jusqu'à ce qu'il devînt sirupeux. Le résidu s'est rempli, le lendemain déjà, de petites aiguilles circulaires, groupées en étoiles, qui, dès le jour suivant, remplissaient la totalité du vase. »

M. Trève adresse, par l'entremise de M. Jamin, deux nouvelles Notes sur les courants électriques.

Dans la première, l'auteur cite de nouvelles remarques qui lui paraissent confirmer l'assertion, déjà émise par lui, que deux courants ne peuvent circuler en sens contraire dans le même fil ou dans le même tube de Geissler. Les courants sur lesquels il opère sont toujours produits au moyen de deux bobines de Ruhmkorff, dans lesquelles les interruptions du courant inducteur sont produites au moyen d'un même interrupteur de Foucault.

Dans la seconde, il cite une méthode qu'il a déduite de ses observations, pour se rendre compte de la marche des courants dans la télégraphie, lorsqu'on emploie les communications avec la terre, sans fil de retour. La régularité que présente la transmission de plusieurs courants, dans des fils dont chacun est mis en communication avec la terre par des points peu éloignés, et qui se croisent entre eux dans leurs parties isolées, conduit l'auteur à conclure que le sol doit être considéré comme jouant, non pas le rôle de *conducteur*, mais celui de *réservoir commun*.

M. J. Mario adresse, de Turin, une Note relative aux phénomènes d'induction électrostatique.

Une expérience, exécutée avec M. Perosino, lui a permis de constater la production d'un courant, dans un corps induit, au moment où il est soumis à l'influence du corps inducteur. Dans la disposition adoptée par les auteurs, le corps induit n'était autre que le système des plateaux du condensateur d'Œpinus, ces deux plateaux étaient réunis par le fil d'un galvanomètre : le corps inducteur était une sphère électrique isolée, chargée d'électricité positive. Dans ces conditions, le courant marche, dans le galvanomètre, du plateau le plus voisin de la sphère au plateau le plus éloigné.

Cette expérience, variée de diverses manières, conduit M. Mario à proposer une théorie des courants terrestres, d'après laquelle le Soleil se comporterait comme une source d'électricité positive, agissant par induction sur le globe terrestre, grâce à la rotation de la Terre sur elle-même.

M. Neyreneuf adresse une Note relative à la théorie des condensateurs électriques.

La détermination de la nature des charges que conservent les deux armatures d'un condensateur d'Œpinus, soit à la suite de décharges successives, soit après la décharge par l'excitateur, conduisent l'auteur à considérer le rôle de la lame isolante et celui des plateaux comme étant les suivants :

1° Les plateaux servent à la charge des deux faces de la lame isolante, et à des phénomènes ultérieurs d'influence ;

2° La lame isolante, une fois chargée, agit, dans la décharge par contacts successifs, comme un électrophore qui donne les deux électricités ;

3° Dans le cas de la décharge par l'excitateur, un phénomène d'influence se produit, par les électricités qui se trouvent sur les deux faces de la lame isolante. L'étincelle est forte, parce que l'influence a lieu sur une grande

surface, et que les quantités d'électricité qui réagissent l'une sur l'autre sont considérables.....

M. J. Séverin adresse la description d'un hygromètre à absorption, fondé sur la variation de pression qu'éprouve un volume déterminé d'air humide, quand on vient à absorber la vapeur d'eau au moyen du chlorure de calcium.

M. A. Georget adresse, de Tours, une Note relative au manuscrit du P. Grandillon, dont on a récemment entretenu l'Académie.

Selon M. Georget, en 1619, date de ce manuscrit, Grandillon, novice encore, étudiait la philosophie dans un des noviciats des jésuites; il n'est venu à la Flèche qu'en 1626, comme professeur non de philosophie, mais de théologie : il en résulte que, Descartes ne fût-il sorti du collége de la Flèche qu'en 1616, Grandillon n'aurait pu être son maître.

M. Allégret adresse une suite à sa Note du 9 mai dernier, sur de nouvelles courbes planes algébriques dont l'arc représente la fonction elliptique de première espèce, et qui forment une infinité de systèmes orthogonaux.

M. Baudin adresse un dessin de taches solaires observées par lui, à l'aide d'une lunette, sans verres de couleur, ni accessoires, à 7 heures du soir, le 23 mai.

« M. le baron Larrey présente à l'Académie, de la part de M. le général Barnes, Chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, un *Rapport* de M. le lieutenant-colonel Woodward, chirurgien assistant, *sur l'application du magnésium et de la lumière électrique à la photo-micrographie.*

» Rappelant d'abord, dit M. Larrey, les premières recherches, et notamment les indications du Dr Lionel Beale sur ce sujet, M. Woodward expose, dans son Rapport, la série des expériences faites par lui-même sur la lumière artificielle.

» La description, avec l'image de l'appareil et une dizaine de planches, comme spécimens, d'une netteté parfaite, figurant divers objets d'histoire naturelle ou d'anatomie pathologique, donnent à ce travail un intérêt digne de la compétence des observateurs et de l'attention de l'Académie. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de l'Observatoire météorologique central de Montsouris, 1869. Paris, 1869; in-4° relié.

Géologie comparée. Étude minéralogique de Deesa. Existence de roches météoriques éruptives, âge relatif des météorites; par M. St. MEUNIER. Paris, 1869; in-8°.

Géologie comparée. De l'origine des météorites; par M. St. MEUNIER. Paris, 1869; in-8°.

Lithologie terrestre et comparée. Roches météorites; par M. St. MEUNIER. Paris, 1870; in-8°.

Établissement des types de roches météoritiques; par M. St. MEUNIER. Paris, 1870; br. in-8°.

Nouvelles recherches sur les relations stratigraphiques de divers types de météorites; par M. St. MEUNIER. Paris, 1869; opuscule in-8°.

Étude descriptive théorique et expérimentale sur les météorites; par M. St. MEUNIER. Paris, 1867; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques; par M. St. MEUNIER. 1re Thèse : *Recherches sur la composition et la structure des météorites*. 2e Thèse : *Proposition donnée par la Faculté*. Paris, 1869; in-4°.

(Ces sept derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours du prix Lalande, 1870.)

Traité élémentaire d'hygiène rédigé d'après les programmes officiels; par M. H. GEORGE. Paris, 1870; in-12. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Recherches expérimentales sur la régénération anatomique et fonctionnelle de la moelle épinière; par MM. MASIUS et VANLAIR. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Claude Bernard.)

De la situation et de l'étendue des centres réflexes de la moelle épinière; par MM. MASIUS et VANLAIR. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Claude Bernard.)

Atlas d'ophthalmoscopie représentant l'état normal et les modifications pathologiques du fond de l'œil visibles à l'ophthalmoscope; par M. R. LIEBREICH, 2[e] édition. Paris, 1870; br. in-4°, accompagnée d'un texte explicatif. (Présenté par M. Claude Bernard.)

Algèbre. Résolution des équations numériques; par M. J. ROUGET. Paris, sans date; opuscule in-8°.

Recherches algébriques relatives à la résolution des équations numériques; par M. ROUGET. Paris, 1866; in-8°.

Règles pratiques pour opérer la séparation immédiate des racines réelles dans toutes les équations numériques du troisième degré, du quatrième degré et du cinquième degré; par M. J. ROUGET. Paris, 1867; in-4°.

Études sur l'acier. Note sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés; par M. L. GRUNER. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Combes.)

Des diverses méthodes de réunion des plaies intestinales; par M. BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Collection des photographies de chirurgie du Musée médical de l'armée américaine, présentée à l'Académie impériale de Médecine le 29 mars 1870, par M. le Baron LARREY. Paris, 1870; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale de Médecine.*)

Annales de la Société impériale d'Agriculture, Industrie, Sciences et Belles-Lettres du département de la Loire, t. I, liv. 2, 3, 4; t. II; t. III, liv. 1, 2, 3, 4; t. IV, liv. 1, 2, 3, 4; t. V, liv. 1, 2, 3, 4. Saint-Étienne, 1857 à 1861; br. in-8°.

Sur une propriété des déterminants fonctionnels et sur son application au développement des fonctions implicites; par M. Ph. GILBERT. Bruxelles, 1870; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Journal de l'Agriculture de la Côte-d'Or, janvier à mai 1870. Dijon, 1870; 2 br. in-8°.

Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. Comptes rendus des séances, quatrième série, t. III, n° 1. Lyon et Paris, 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Association Scientifique de France, n[os] 154 à 169, t. VII. Paris, 1870; in-8°.

Nouveaux éléments de botanique; par MM. Ach. RICHARD *et* Ch. MARTINS, *et, pour la partie cryptogamique, par* M. J. DE SEYNES. Paris, 1870; in-12. (Présenté par M. Trécul.)

L'esprit des poissons; *par* M. H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, 1870; in-12.

Traité de la pellagre; *par* M. E. BILLOD. Deuxième tirage. Paris, 1870; in-8°.

Études sur les myosites symptomatiques; *par* M. G. HAYEM. Paris, sans date; br. in-8°.

Recherches sur les rapports existant entre la mort subite et les altérations vasculaires du cœur dans la fièvre typhoïde; *par* M. G. HAYEM. Paris, sans date; br. in-8°. (Ces deux ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

Calculs mixtes étendus de l'épaisseur du périnée aux voies naturelles de l'urine; *par* M. BOURDILLAT. Paris, sans date; br. in-8°. (Adressé au concours Godard, 1870.)

Une découverte qui n'en est pas une, ou le manuscrit du P. Grandillon. Tours, 1870; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Note sur l'anatomie de deux espèces du genre Perichæta, *et essai de classification des Annélides Lombricines*; *par* M. L. VAILLANT. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Note sur l'anatomie de deux espèces du genre Perichæta, *et essai de classification des Annélides Lombricines*; *par* M. L. VAILLANT. Montpellier, 1869; in-4°.

Contribution à l'étude anatomique du genre Pontobdelle; *par* M. L. VAILLANT. Paris, 1870; in-8°. (Extrait de la *Bibliothèque de l'École des Hautes Études*.)

Note sur l'anatomie de la Pontobdella verrucata (Leach). Paris, 1868; in-4°.

Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez les Annélides; *par* M. L. VAILLANT. Paris, sans date; br. in-8°.

Remarques sur le développement d'une Planaricé dendrocœle, le Polycelis lævigatus (de Quatrefages); *par* M. L. VAILLANT. Montpellier, 1868; in-4°.

[Ces six derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours du prix Bordin (anatomie comparée des Annélides).]

Archives du Musée Teyler, t. II, 4e fascicule. Harlem, 1869; grand in-8°.

Della... *De la chambre claire de Wollaston*; *par* M. Fr. ZANTEDESCHI. Venise, 1870; opuscule in-8°.

Delle... *Des nuages, des brouillards, des pluies avec sable, observés dans l'at-*

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Action de l'eau sur le fer et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer* (deuxième Mémoire); *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« J'ai montré (*Comptes rendus* de l'avant-dernière séance, p. 1105) à quelles lois obéit le dégagement de l'hydrogène produit au contact du fer et de la vapeur d'eau, lorsque la température du fer et la tension de la vapeur d'eau ne varient pas. J'étudierai aujourd'hui les phénomènes qui se manifestent lorsque l'on porte successivement le fer aux températures de 150, 265, 440, 860, 1040 degrés, et enfin à la température la plus élevée que puisse supporter la porcelaine sans se déformer, 1° en laissant constante la tension de la vapeur, 2° en la faisant varier.

» I. *La tension de la vapeur d'eau reste constante et égale à* $4^{mm},6$ *correspondant à la température zéro.* — A la température de 150 degrés, le fer est attaqué manifestement. Mais l'action marche avec une telle lenteur, que les mesures précises deviennent très-difficiles. Je dirai seulement que cette action lente, mais peut-être considérable, de la vapeur d'eau sur le fer chauffé aux environs de 150 degrés, peut servir à expliquer le fait singulier

de l'érosion par l'eau distillée du métal des chaudières à vapeur employées dans la Marine.

» A la température de 200 degrés, la tension de l'hydrogène humide devient invariable lorsqu'elle atteint la valeur de 100 millimètres de mercure. Ce n'est qu'au bout de plusieurs jours et de plusieurs nuits de chauffage non interrompu qu'on obtient un résultat définitif.

» A 265 degrés la pression maximum s'obtient en un peu moins de temps et se fixe à $68^{mm}, 8$.

» A la température du mercure bouillant, 360 degrés (sauf les petites variations dues aux oscillations du baromètre), l'hydrogène s'est dégagé jusqu'à ce que le gaz humide eût acquis une tension égale à 45 millimètres. Ce maximum s'obtient déjà avec une plus grande rapidité : quelques heures suffisent, et souvent même on peut faire deux observations dans une même journée.

» Dans le soufre bouillant, 440 degrés, la tension de l'hydrogène arrive plus rapidement encore à un maximum de $30^{mm}, 4$.

» Dans le cadmium bouillant, 860 degrés, en moins d'une heure la tension de l'hydrogène atteint et ne dépasse pas $17^{mm}, 7$.

» Dans la vapeur de zinc, 1040 degrés, dans un temps encore plus court la tension de l'hydrogène est fixée à $13^{mm}, 5$.

» Enfin, à une température très-voisine du point de fusion du fer, la tension a pu tomber à $9^{mm}, 7$ en quelques minutes.

» Dans toutes ces expériences, j'ai remarqué que l'absorption de l'hydrogène, quand la tension du gaz a été rendue plus grande que la tension maximum, est d'autant plus lente que la température du fer est moins élevée.

» A 860, 1040 et 1600 degrés environ, les tensions sont toujours amenées au maximum, et très-rapidement, que la pression aille en croissant ou qu'elle décroisse, que le fer s'oxyde ou que l'oxyde se réduise.

» J'ai toujours eu soin de laisser le fer en très-grand excès par rapport à la vapeur mise en sa présence, afin de mieux constater que l'action de la masse n'intervient nullement dans le phénomène. Je réunis dans le tableau ci-dessous toutes les données expérimentales sur lesquelles je me suis appuyé :

Température du fer.	Tension de la vapeur d'eau e.	Tension de l'hydrogène humide, V. C. (1).	Tension de l'hydrogène humide, V. D. (2).	Tension de l'hydrogène sec h.	Poids du fer employé.	Oxygène enlevé à la vapeur d'eau.
150°	4mm,6	indéterminée.	»	»	»	»
200	»	100mm,5	»	95mm,9	15gr,00	»
265	»	68,8	»	64,2	6,58	»
360	»	45,0	49mm,0	40,4	7,80	»
440	»	30,4	31,9	25,8	7,80	»
860	»	17,4	17,7	12,8	3,92	0gr,22
1040	»	13,8	13,5	9,2	11,30	0, 38
1600?	»	9,7	9,7	5,1	11,30	qq. milligr.

» A la première inspection de ce tableau, on constate ce résultat inattendu : que plus le fer est porté à une température élevée, moins il décompose l'eau. Rien n'est plus facile que de constater le sens du phénomène. Après avoir porté à près de 400 degrés environ le tube de porcelaine où se trouve le fer (l'eau étant à zéro) jusqu'à ce que la tension de l'hydrogène atteigne 30 ou 40 millimètres, si l'on chauffe progessivement le tube jusqu'aux plus hautes températures, on voit le mercure monter dans le manomètre d'autant plus que la température est plus élevée; en outre, la pression croît régulièrement pendant le refroidissement de l'appareil. Enfin, si l'on adopte le langage figuré adopté en Chimie, on dira que *l'affinité du fer pour l'oxygène de l'eau décroît avec la température*. Dans une prochaine Communication, je ferai voir les conséquences qu'on peut tirer de ce fait en Thermo-Chimie.

» Je n'ai pu suivre ces expériences au delà de 1600 degrés environ. Mais si l'on construit la courbe qui représente les variations du phénomène, en prenant pour abscisses les températures du fer et pour ordonnées les tensions maximums correspondantes de l'hydrogène, on voit que la courbe se rapproche régulièrement de l'axe des x, et qu'à une température qui ne serait pas hors de notre portée, le fer pourrait ne plus décomposer l'eau.

» J'ai fait voir plus haut que le phénomène de la décomposition de l'eau

(1) V. C., volume croissant, c'est-à-dire en partant du vide pour arriver à la tension maximum.

(2) V. D., volume décroissant, c'est-à-dire en passant d'une tension plus forte que la tension maximum pour arriver à cette tension. Le meilleur moyen de mesurer ce décroissement consiste à porter l'eau à une température de très-peu inférieure à la température ambiante; puis, quand l'hydrogène a de beaucoup dépassé la tension maximum correspondant à zéro, on plonge la cornue dans la glace pour l'y faire revenir.

par le fer était d'autant plus rapide que la température du métal est plus élevée. Ainsi, le temps intervient dans ces circonstances d'une manière très-manifeste. Mais, comme je l'ai déjà dit ailleurs (1), le temps ne peut servir à l'explication des faits de la science. En d'autres termes, il ne peut être admis comme une cause. Nous devons considérer le temps comme mesurant une série de phénomènes de même sens ou de sens opposés, dont la somme algébrique constitue l'effet total, phénomènes dont la nature doit être connue pour que l'influence du temps puisse être interprétée rationnellement.

» En nous laissant guider par l'analogie, nous pouvons nous demander si l'action de l'eau sur le fer, et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer, a quelques rapports avec le phénomène de la cémentation. D'après les expériences que Graham, M. Troost et moi nous avons publiées sur la perméabilité des métaux par les gaz, on peut supposer que la cémentation s'opère à la suite d'une véritable dissolution du gaz dans le solide. Si la réduction de l'oxyde de fer ne se fait à l'intérieur qu'après une dissolution de l'hydrogène dans les couches superficielles, si l'oxydation effectuée à la surface du fer pénètre dans sa profondeur, à la manière du charbon de l'acier pendant la cémentation, ou de l'oxygène dans la fonte pendant la décarburation de celle-ci, on voit de suite que les deux phénomènes direct et inverse doivent marcher plus rapidement à une haute qu'à une basse température.

» II. *La tension de la vapeur d'eau reste constante, supérieure à* $4^{mm},6$, *et inférieure à la pression maximum correspondant à la température ambiante.* — Au lieu de maintenir à zéro la cornue qui contient l'eau, je l'entretiens à une température constante et suffisamment prolongée au moyen d'un courant rapide d'eau, venant des réservoirs de la Ville de Paris. Dans ces circonstances, j'obtiens les résultats indiqués dans le tableau suivant :

Température du fer.	Température de l'eau t.	Tension de l'hydrogène humide.	Tension de la vapeur d'eau e_1.	Tension de l'hydrogène sec h_1.
°	°	mm	mm	mm
200	10,8	205,0	9,7	195,3
360	10,6	85,8	9,5	76,3
440	11,5	68,0	10,1	57,9
860	15,4	36,9	13,0	23,9
1040	15,0	31,8	12,7	19,1
1600 ?	19,0	28,0	16,3	11,7

(1) Voyez *Leçons professées devant la Société Chimique sur la dissociation*, p. 278; Paris, Hachette, 1866.

» Pour tirer parti des chiffres inscrits dans ce tableau, il faut les comparer à ceux du tableau précédent.

» Les tensions h et h_1 (1) de l'hydrogène, à zéro et à t^0, sont-elles proportionnelles aux tensions e et e_1 de l'eau à zéro et à t^0? Pour cela, il suffit de comparer les nombres obtenus pour ces mêmes températures avec les valeurs de la fraction $\frac{e_1}{e}h$.

» La tension de l'hydrogène croissant plus vite que la tension de la vapeur, la valeur de cet accroissement est-elle la même pour toutes les températures du fer?

I. Températures du fer.	II. Tensions de l'hydrogène sec pour les températures t.	III. Tensions calculées par la formule $\frac{e_1}{e}h$.	IV. Accroissement relatif des tensions $\frac{h_1-h}{e_1-e}$.
	mm	mm	
200°	195,3	214,8	29,75
265	235,1 (2)	256,0	15,7
360	76,3	83,4	7,33
440	57,9	56,6	5,83
860	23,9	36,8	1,32
1040	19,1	25,4	1,23
1600?	16,3	35,1	0,56

» Les chiffres des colonnes II et III, absolument différents entre eux, prouvent qu'il n'y a aucune proportionnalité entre les tensions de l'hydrogène et les tensions correspondantes de la vapeur d'eau quand la température du fer reste constante. Or, les masses ou poids relatifs de l'hydrogène et de la vapeur d'eau sont proportionnels à leurs tensions respectives. D'où l'on conclut que la proportionnalité des poids de matières gazeuses réagissantes aux effets produits par leur réaction, c'est-à-dire l'hypothèse de Berthollet, ne trouve encore aucune application.

» La colonne IV du dernier tableau nous montre un résultat bien inattendu. Non-seulement l'eau est décomposée par le fer plus incomplétement à haute température qu'à une température moindre, mais c'est encore à la température la plus basse que la tension de l'hydrogène s'accroît le plus vite, quand augmente la tension de la vapeur d'eau.

---

(1) *Voyez* dans les tableaux précédents, en tête de chaque colonne, les significations de ces lettres : h, h_1, e, e_1 et t.

(2) Cette pression obtenue pour la température de l'eau égale à 17°,8 et une tension de la vapeur d'eau $e_1 = 15^{mm},7$ n'est pas encore un nombre suffisamment contrôlé.

» Cet accroissement (supposé uniforme) de tension de l'hydrogène pour chaque millimètre dans la tension de la vapeur d'eau $\left(\frac{h_1 - h}{e_1 - e}\right)$ passe de la valeur $29^{mm},8$ à $0^{mm},56$, lorsque la température du fer passe de 200 à 1600 degrés environ. Il est permis de supposer que cette loi continue régulièrement et que l'accroissement $h_1 - h$ devient nul à une température suffisamment élevée. Dans ce cas, la tension de l'hydrogène ne ferait plus que s'ajouter à la tension de la vapeur d'eau comme un gaz inerte; et la loi du mélange des gaz et des vapeurs établie en hygrométrie trouverait encore son application dans les phénomènes que j'étudie.

» Je me suis bien gardé, dans l'exposé de mes expériences, de faire intervenir l'idée d'une sorte d'équilibre entre la vapeur d'eau et l'hydrogène, d'un antagonisme entre les causes des phénomènes qui produisent les réactions inverses de l'eau et de l'hydrogène en présence du fer et du fer oxydé.

» Le mot *équilibre* ne peut être employé que quand il s'agit d'une force déterminée en grandeur et en direction et définie par le produit d'une masse par une accélération. Quant aux idées d'antagonisme dans les causes qui président aux réactions chimiques, elles impliquent l'existence de forces particulières appartenant à la matière et tombant sous la critique que j'en faisais en 1867 (1), dans une de mes Leçons à la Société Chimique. Je demande à l'Académie la permission d'en reproduire quelques phrases, en terminant cette lecture :

» La seule force dont nous ayons conscience, c'est la force morale, c'est la volonté. Quoi que nous fassions, c'est toujours à des actes de la volonté que nous rapportons, que nous comparons tous les phénomènes physiques que nous croyons expliquer en les faisant dériver de forces générales ou particulières. Les mots employés dans toutes les langues suffiraient à prouver cette assertion : les termes latins *vis, vires, virtus,* qui expriment en même temps la force et le courage; les mots *attraction* et *répulsion,* qui indiquent primitivement une action de la main qui amène à soi ou rejette loin de soi un objet dont la pression, la résistance s'exercent sur nos organes pour céder à la volonté. Comment imaginer que la matière attire la matière, si ce n'est en supposant dans celle-ci une multitude de petites mains qui exerçent leur action soit directement, soit par l'intermédiaire de liaisons rigides?

» Qu'on réfléchisse attentivement, on verra qu'on ne peut imaginer dans la matière une action, une force, une cause de mouvement quelconque qu'à la condition de lui prêter par hypothèse une sorte de volonté. »

» Dans une prochaine Communication, je ferai voir que les lois de nombres qui régissent le phénomène de la décomposition de l'eau par le fer

---

(1) *Leçons de la Société Chimique,* p. 28 (Hachette, 1869).

s'appliquent également, et avec les mêmes valeurs de constantes, au phénomène de la décomposition de l'oxyde de fer par l'hydrogène. »

CHIMIE. — *Note sur la réduction de l'acide azoteux par les métaux ; par* **M. Edm. Fremy.**

« L'Académie se rappelle peut-être que, dans une Communication précédente sur l'acide azoteux (10 janvier 1870), j'ai annoncé la production d'un corps possédant des propriétés réductives énergiques et qui prend naissance lorsque l'acide azoteux ou les azotites sont soumis à l'action de l'hydrogène, de l'acide sulfhydrique, de l'acide sulfureux, des métaux alcalins, du zinc, de l'étain, etc.

» Il m'avait été impossible de déterminer immédiatement la nature de ce corps et de savoir s'il avait pour composition AzO^3H^2, comme le pensait M. Maumené, dont la publication sur ce sujet m'a été fort utile, parce que les méthodes que j'ai d'abord employées ne produisaient que des quantités très-faibles du composé que je voulais étudier.

» Je suis arrivé récemment à former avec facilité le dérivé réducteur de l'acide azoteux; j'ai pu alors apprécier nettement ses caractères et sa nature. J'ai reconnu que ce corps jouit de propriétés basiques très-marquées; je le prépare par la méthode suivante : je traite l'étain par l'acide chlorhydrique concentré en déterminant l'action chimique par une faible élévation de température; lorsque l'hydrogène se produit en abondance, j'ajoute dans la liqueur soit de l'acide azoteux, soit des azotites ou plus simplement de l'acide azotique ; je précipite le protoxyde d'étain par un excès d'ammoniaque; j'évapore la liqueur à sec au bain-marie ou dans le vide ; je reprends à plusieurs reprises le résidu solide par l'alcool absolu qui dissout le chlorhydrate de la base.

» Les circonstances de production de cette substance basique et son mode de préparation devaient me faire penser qu'elle n'était autre que l'oxy-ammoniaque, dont on doit la découverte importante à M. Lossen : la formule de l'oxy-ammoniaque AzH^3O^2, que l'on peut écrire de la manière suivante AzH^2O, HO, démontre du reste que l'oxy-ammoniaque peut être considérée comme un hydrate d'acide azoteux dans lequel les deux équivalents d'oxygène sont remplacés par l'hydrogène : la formation de l'oxy-ammoniaque dans la réduction par l'hydrogène de l'acide azoteux et des azotites se comprend donc facilement.

» Mais pour éclaircir cette question, qui prenait ainsi une grande simplicité, deux points restaient à résoudre.

» La substance basique que j'avais produite d'abord avec l'acide azoteux et les azotites était caractérisée par un pouvoir réducteur très-développé ; les sels neutres et acides, produits par cette base, décomposaient immédiatement le permanganate de potasse et l'acide iodique. Le pouvoir réducteur de ces sels augmentait beaucoup lorsqu'on mettait la base en liberté au moyen d'un alcali : on obtenait ainsi des liqueurs réduisant les sels de cuivre, de mercure, d'argent et d'or.

» Or, dans les extraits du travail de M. Lossen et dans les publications des divers chimistes qui ont étudié l'oxy-ammoniaque, il n'est pas fait mention des propriétés réductives de cette substance.

» La base que j'avais obtenue était-elle donc différente de celle de M. Lossen?

» Aidé par un jeune chimiste, M. Maudet, qui m'assiste dans ces recherches avec beaucoup d'intelligence, j'ai répété les expériences de M. Lossen ; j'ai préparé l'oxy-ammoniaque par la méthode qu'il a décrite, en faisant agir un mélange d'acide chlorhydrique et d'étain sur l'éther azotique de l'esprit de bois ; j'ai obtenu ainsi une base présentant tous les caractères de celle que j'avais produite avec l'acide azoteux, et qui possédait comme elle un pouvoir réducteur énergique.

» Le second point à examiner se rapportait au dégagement de protoxyde d'azote, que j'avais constaté en soumettant à l'action de la chaleur le corps réducteur qui se produit dans l'action de l'amalgame de sodium sur les azotites.

» Ce caractère n'appartient pas à l'oxy-ammoniaque, qui, lorsqu'on la chauffe, ne dégage pas de protoxyde d'azote, mais de l'azote.

» J'ai eu l'idée de rechercher si le dégagement de protoxyde d'azote que j'avais observé dans les circonstances que j'ai signalées ne serait pas dû à un phénomène étranger à la décomposition de l'oxy-ammoniaque.

» Reprenant alors l'étude de la réduction des azotates et des azotites par l'amalgame de sodium, j'ai constaté une série de faits qui se trouvent entièrement d'accord avec ceux que notre savant confrère M. H. Sainte-Claire Deville a observés dans ces derniers temps.

» J'ai reconnu que lorsqu'on traite un azotate par de l'amalgame de sodium, la première modification que l'on observe est la transformation de l'azotate en azotite; ensuite, par l'action d'un excès d'amalgame, l'azotite donne naissance à de l'oxy-ammoniaque, et en même temps à de l'azote et à du protoxyde d'azote; ce dernier gaz reste en dissolution dans le liquide alcalin.

mosphère de l'Italie, principalement en 1869, etc.; *par* M. Fr. ZANTEDESCHI. Venise, 1870; in-8°.

Report... *Rapport au Chirurgien général des armées des États-Unis sur la lumière au magnésium et la lumière électrique appliquées à la photo-micrographie; par* M. le lieutenant-colonel J.-J. WOODWARD. Washington, 1870; in-4° texte et photographies. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1870.

Annales de l'Agriculture française; n°s 7 et 8, 1870; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; mai 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 3, 1870; in-4°.

Annales du Génie civil; mai 1870; in-8°.

Annales industrielles; n°s 13 à 15, 1870; in-4°.

Annales médico-psychologiques; mai 1870; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n°s 170 à 174, 1870; in-8°.

Atti dell' Ateneo Veneto; 5e cahier, 1870; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 149, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n^{os} des 30 avril et 15 mai 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n° 3, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 4, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n°s 144 à 147, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; comptes rendus, n° 1er, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; mars 1870; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; juillet, août et septembre 1869; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société française de Photographie; mai 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 11 à 18, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; avril 1870; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 mai 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 19 à 22, 1870; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VII, n° 1er, 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 4, 1870; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 18 à 22, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 35 à 42, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 7, 14, 21, 28 mai 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 52 à 62, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 19 à 22, 1870; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* février et mars 1870; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 18 à 21, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mai 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 92 et 93, 1870; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 27 et 28, 1870; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 28 février 1870; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; mars 1870; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 13 et 15, 1870; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 3 à 6, 1870; in-fol.

Journal de l'Instruction publique; n°s 19 à 21, 1870; in-4°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 10 à 12, 1870; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 19 à 22, 1870; in-4°.

L'Aéronaute; mai 1870; in-8°.

L'Art dentaire; avril 1870; in-8°.

L'Art médical; mai 1870; in-8°.

La Santé publique; nos 68 à 71, 1870; in-4°.

Le Gaz; n° 4, 1870; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 4 et 5, 1870; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 19 à 22, 1870; in-4°.

Les Mondes; nos des 5, 19, 26 mai 1870; in-8°.

L'Imprimerie; n° 76, 1870; in-4°.

Magasin pittoresque; mai 1870; in-4°.

Marseille médical; n° 5, 1870; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* février, mars et avril 1870; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; mai 1870; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 1 à 9, 1870; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mai 1870; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; mai 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; nos 4 à 21 et 25 à 31, 1870; in-4°.

Revue des Cours scientifiques; nos 23 à 26, 1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 5, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 26 à 29, 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; mai 1870; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; t. V, mai 1870; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; fascicules 1 et 2, 1870; in-4°.

The Academy; n° 8, 1870; in-4°.

The Scientific Review; n° 5, 1870; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 16 mai 1870.)

Page 1077, ligne 26, *au lieu de* $p^6 - 2mp^3 \cos 3\theta = \pm 1$, *lisez* $r^6 - 2mr^3 \cos 3\theta = \pm 1$, *et ajoutez :* qui consiste en ce que toute corde menée du pôle sous-tend un arc égal à la fonction elliptique de première espèce, et extension de ce théorème à deux classes de courbes algébriques dont l'arc indéfini est exprimé, en fonction du rayon vecteur, par l'une des deux transcendantes

$$\sqrt{m^2 - 1} \int \frac{dr}{\sqrt{-r^6 + 2mr^3 - 1}} \quad \text{ou} \quad \int \frac{dr}{\sqrt{-r^8 + 2mr^4 - 1}}.$$

Page 1079, ligne 27, *au lieu de* copie du fac-simile, *lisez* copie en fac-simile.



» Le protoxyde d'azote que j'ai obtenu en faisant bouillir la liqueur résultant de l'action de l'amalgame de sodium sur les azotites s'était donc produit dans la première phase de la réaction; il était simplement en dissolution dans l'eau et ne provenait pas de la décomposition de l'oxy-ammoniaque.

» Je me suis assuré, du reste, par des expériences variées, que le protoxyde d'azote, produit dans les circonstances que je viens d'indiquer, pouvait être séparé de la liqueur réductive, sans altérer ses propriétés.

» Toutes ces expériences, qui m'ont occupé pendant longtemps, peuvent être résumées en deux mots: l'oxy-ammoniaque est un produit constant de la réduction de l'acide azoteux et des azotites. »

OPTIQUE CRISTALLOGRAPHIQUE. — *Sur les propriétés optiques du benzile et de quelques corps de la famille du camphre, à l'état de cristaux et à l'état de dissolution.* Note de **M. Des Cloizeaux.**

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 8 février 1869, la découverte que je venais de faire du pouvoir rotatoire dans les cristaux de *benzile.*

» A l'époque où j'ai fait cette découverte, je ne possédais qu'un très-petit nombre de cristaux préparés par M. Zinin; tous étaient *dextrogyres,* et ils se présentaient sous la forme d'un prisme hexagonal régulier, dont trois arêtes alternes de la base étaient remplacées par les faces d'un rhomboèdre aigu de 80° 14', et dont les trois autres portaient l'*équiaxe* b^1 et l'*inverse* $e^{\frac{1}{2}}$ du premier; mais rien n'accusait la plus légère trace de facettes hémiédriques.

» Pendant l'été dernier, je me suis procuré du benzile préparé, soit avec de l'essence d'amandes amères naturelle, soit avec de l'essence artificielle (hydrure de benzoïle), et j'ai essayé de faire cristalliser ce corps dans divers dissolvants, tels que l'éther, l'alcool, un mélange d'éther et d'alcool, la benzine et divers hydrocarbures légers. La dissolution éthérée a toujours été celle qui a fourni les plus beaux cristaux. Malgré la quantité considérable de matière sur laquelle j'ai pu opérer, et malgré les circonstances diverses qui ont présidé à la formation des cristaux, ils ont invariablement offert les combinaisons de formes $e^2 p b^1$ ou $e^2 p b^1 e^{\frac{1}{2}}$, comme les premiers cristaux de M. Zinin, sans aucune indication d'hémiédrie; mais,

dans la lumière polarisée, les uns se sont montrés *dextrogyres* et les autres *lévogyres*. En triant avec soin les cristaux de chaque espèce et les dissolvant à part, j'ai obtenu des dissolutions dont le premier produit se composait, en général, de cristaux optiquement semblables à ceux qui avaient été employés, mais qui, à une seconde ou à une troisième cristallisation, fournissaient un mélange de cristaux à rotations opposées.

» Une dissolution concentrée de cristaux de benzile dans l'éther est absolument sans action sur la lumière polarisée, même sous une épaisseur de 30 centimètres; il en est de même pour l'essence naturelle et pour l'essence artificielle d'amandes amères.

» Au moment où je découvrais le pouvoir rotatoire dans les cristaux de benzile, MM. Ulrich, à Oker, et Groth, à Berlin, faisaient la même découverte sur ceux du periodate de soude, décrits il y a quelques années par M. Rammelsberg. Ce sel, dont la dissolution est, comme celle du benzile, inactive sur la lumière polarisée, offre aussi des cristaux *dextrogyres* et des cristaux *lévogyres;* mais ici les cristaux, qui appartiennent encore au système hexagonal, se terminent d'un côté par une large base et du côté opposé par une pyramide régulière à six faces, ce qui constitue une hémimorphie analogue à celle de la tourmaline; de plus, la pyramide est modifiée par de petites facettes hémièdres correspondant aux plagièdres *supérieurs* du quartz, et qui occupent des positions inverses l'une de l'autre sur les cristaux de rotations contraires.

» On possède donc maintenant deux nouveaux exemples de corps absolument inactifs sur la lumière polarisée, à l'état de dissolution, et dont les cristaux seuls jouissent du pouvoir rotatoire *droit* et *gauche*. Dans l'un de ces corps, le pouvoir rotatoire est associé à une dissymétrie de formes qui produit deux espèces de cristaux semblables, mais non superposables; dans l'autre, cette dissymétrie, si elle existe, n'a pu être mise encore en évidence.

» Jusque dans ces dernières années, on ne connaissait, d'après mes observations (1), que le camphre ordinaire des laurinées, qui, en dissolution, déviât le plan de polarisation de la lumière, tandis que ses cristaux n'exercent aucune action sur ce plan. A l'occasion de mes recherches sur le benzile, j'ai voulu m'assurer s'il n'existait pas d'autres substances jouissant des mêmes propriétés optiques que le camphre, et j'en ai trouvé un certain nombre parmi celles de ces substances qui lui sont analogues; deux

(1) *Étude du camphre ordinaire* (*Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 1064, 1er semestre de 1859).

d'entre elles cristallisent dans le système hexagonal, et trois dans le système cubique.

» Aux premières appartiennent :

» 1° Le camphre de patchouli, $C^{30}H^{28}O^2$ (Gal), qui forme de gros prismes hexagonaux réguliers (1), surmontés d'une pyramide à six faces sans aucune apparence d'hémiédrie. Cette pyramide, rapportée à la forme primitive que j'ai adoptée pour le camphre ordinaire, s'exprime par le symbole $b^{\frac{3}{2}}$ dont les incidences sont :

	Calculé.	Observé.
$b^{\frac{3}{2}} m$	$= 121°55'$	$122°20'$.
$b^{\frac{3}{2}} b^{\frac{3}{2}}$ adj.	$= 149°20'$	$148°54'$.

» Ces cristaux montrent, au microscope polarisant, une double réfraction uniaxe *négative*, assez énergique ; la croix qui traverse les anneaux est parfaitement noire, et une lame normale à l'axe principal, de 7 millimètres d'épaisseur, ne laisse apercevoir aucun indice de pouvoir rotatoire, soit dans la lumière parallèle, soit dans la lumière convergente. La solution alcoolique de la substance dévie au contraire le plan de la lumière polarisée d'une quantité très-considérable à *gauche*. Nous avons trouvé en moyenne, M. Mascart et moi, pour une longueur de 20 centimètres, et pour la teinte de passage, à 17°C.,

$$[\alpha_j] = -237°.$$

C'est le pouvoir rotatoire le plus fort qui ait été observé jusqu'ici sur un liquide.

» 2°. Le camphre de menthe ou menthol, $C^{20}H^{20}O^2$, qui se présente en aiguilles ou en baguettes hexagonales, quelquefois assez grosses et profondément cannelées suivant leur longueur, sans sommets distincts. Leur double réfraction est *négative*, et, au microscope polarisant, on peut y voir des anneaux nets traversés par une croix noire, sans trace de pouvoir rotatoire.

» Leur dissolution dans l'alcool dévie fortement à *gauche* le plan de polarisation de la lumière. La moyenne d'observations faites avec M. Mascart nous a donné, à 15°C.,

$$[\alpha_j] = -109°.$$

---

(1) Je dois à l'obligeance de M. Boyveau fils une série de très-beaux cristaux obtenus, soit directement par dépôt dans l'essence de patchouli, soit par évaporation lente d'une dissolution dans l'éther ou dans l'alcool. Leur densité, à 22° C., est égale à 1,03 (Damour).

» Les trois substances du système cubique comprennent :

» 1° Le camphre de Bornéo, $C^{20}H^{18}O^{2}$, qu'on connaît sous forme de lamelles aplaties qui paraissent être des fragments d'octaèdres, sans action sur la lumière polarisée. Leur solution alcoolique fait, au contraire, tourner le plan de polarisation vers la *droite*, d'une quantité que Biot a trouvée être

$$[\alpha_j] = +33^{\circ},4.$$

» 2° Le térécamphène de Berthelot, $C^{20}H^{16}$, dont les grains cristallins, transparents, agglomérés par pression en plaques de plusieurs millimètres d'épaisseur, paraissent sans aucune action sur la lumière polarisée, tandis que leur dissolution dans l'alcool dévie *à gauche* le plan de polarisation, d'une quantité trouvée par M. Berthelot

$$[\alpha_j] = -63^{\circ}.$$

» 3° Le monochlorhydrate de térébenthine, ou camphre artificiel de Berthelot, $C^{20}H^{16}$, HCl, dont les grains arrondis se comportent comme ceux du térécamphène et ne manifestent pas de pouvoir rotatoire sous une épaisseur de 5 à 6 millimètres, tandis que la déviation produite sur le plan de polarisation par la solution alcoolique est, d'après M. Berthelot,

$$[\alpha_j] = -31^{\circ}.$$

» Les faits nouveaux contenus dans cette Note, en s'ajoutant à ceux que j'avais cités dans mon ancien travail sur le camphre, viennent confirmer et généraliser ce que j'établissais alors, à savoir qu'il existe :

» 1° Des substances *dénuées* de pouvoir rotatoire en dissolution et *douées* de ce pouvoir à l'état de cristaux (quartz, chlorate, bromate et periodate de soude, benzile, etc.);

» 2° Des substances douées du pouvoir rotatoire, *à la fois* en dissolution et en cristaux (sulfate de strychnine);

» 3° Des substances *douées* du pouvoir rotatoire en dissolution, mais privées de ce pouvoir en cristaux (camphre ordinaire, camphre de patchouli, camphre de menthe, camphre de Bornéo, térécamphène, monochlorhydrate de térébenthine, etc.).

» Il est assez remarquable que, contrairement à ce qu'on aurait pu prévoir, le sulfate de strychnine octaédrique soit jusqu'ici le seul corps possédant le pouvoir rotatoire à la fois en dissolution et en cristaux.

» Mais, sans aucun doute, de nouvelles observations augmenteront le nombre des faits que je viens d'énumérer; seulement ce nombre suffit dès

à présent pour légitimer la conclusion à laquelle ils conduisent naturellement : c'est que le pouvoir rotatoire propre aux molécules des corps, à l'état de fusion ou de dissolution, est tout à fait indépendant de celui que ces molécules peuvent acquérir en formant des cristaux réguliers. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies observé dans le spectre solaire.* Lettre du **P. Secchi** à M. Fizeau.

« Rome, ce 29 mai 1870.

» J'ai vu dans les *Comptes rendus* (t. LXX, p. 1062) les remarques que vous avez faites à propos de mon observation sur le déplacement des raies observé dans le spectre solaire. Je vous remercie de la manière dont vous avez signalé l'erreur (1), et j'arrive aux dernières réflexions que vous avez faites, après la rectification qui me concerne. La question est maintenant réduite à ces termes bien simples : Est-il possible d'évaluer le déplacement des raies dû à la vitesse de rotation du Soleil?

» Par vos calculs, vous trouvez ce déplacement insensible et égal à 0″,15 (p. 1065, ligne dernière) : de là vos doutes sur l'exactitude et l'interprétation de mon observation. Quant à l'exactitude, j'en suis certain, car l'observation a été faite par moi et mon assistant, le P. Mancini, et répétée plusieurs fois. J'ajouterai encore que ces changements de réfrangibilité ont été observés par M. Lockyer. Il s'agit donc de l'interprétation du phénomène observé.

» La grandeur du déplacement, assignée ci-dessus par votre calcul, suppose un prisme de flint ordinaire de 60 degrés. Ces prismes, employés par moi avant les prismes de flint lourd, donnent tout au plus 5 degrés de dispersion entre les raies β et H, pendant que les trois prismes de mon appareil donnent, entre ces raies, une déviation d'environ 28 degrés. Ainsi donc nous devrions multiplier votre nombre 0″,15 par $\frac{28}{5}$, ce qui donne $0,15 \times 5,6$ ou 0″,84. Cette quantité est sans doute assez petite, mais non pas insensible, surtout dans les circonstances pratiques actuelles, où il s'agit de juger de la continuité du prolongement de deux droites, ou de savoir si l'une se superpose ou non à l'autre. Sans doute, je n'oserais pas l'assurer pour une étoile, car la faible dispersion possible pour ces objets et la difficulté de l'emploi des lumières artificielles sont des obstacles insurmontables. Mais avec le Soleil, où il est permis d'employer une

(1) Je l'ai aperçue bientôt moi-même, mais pas à temps pour la rectifier.

forte lumière et des fentes très-fines, l'évaluation d'à peu près une seconde est parfaitement possible.

» Cela étant admis, il reste à savoir si j'ai évalué ce déplacement avec exactitude, ou si plutôt je ne l'ai pas exagéré. La théorie donne moins de $\frac{1}{100}$ de l'intervalle des deux raies D', D'', pendant que je l'ai évalué au moins à $\frac{1}{10}$. Sans doute, tout ce que je pourrai dire à présent sous ce rapport ne saurait pas être accepté par des adversaires prévenus contre mes résultats, cependant je vous les exposerai avec confiance.

» Après avoir envoyé ma Communication, j'ai répété l'observation seulement deux fois, car la chaleur, le ciel brumeux et les opérations de la triangulation pour la mesure du méridien central européen, dans laquelle je suis maintenant engagé, m'ont empêché de m'occuper du Soleil. Dans ces deux observations, je fus frappé de la grandeur de la distance qui sépare les deux raies D', D'', et du rapport de cette grandeur avec le déplacement des raies. La distance des deux raies me parut au moins vingt fois égale à l'épaisseur des raies elles-mêmes, avec trois prismes; et, avec sept, ce rapport me parut encore plus grand, de quarante à cinquante fois. Vous comprenez que, dans ces matières, il est difficile de prendre des mesures exactes, car les raies sont plus fines que les fils du micromètre. Nous sommes donc ici réduits aux estimes, au moins dans mes appareils.

» Or le déplacement de la raie C ne pouvait pas dépasser la largeur d'une des raies D; car, si cela eût été, la raie brillante aurait été projetée, de toute sa largeur, au delà de la raie noire correspondante, ce qui n'était pas; elle n'était réellement déplacée que tout au plus de la moitié de sa grandeur, ou, plus exactement, de la quantité nécessaire pour cacher complétement le noir d'un côté, pendant qu'il apparaissait de l'autre. Si l'on fait attention que les raies brillantes sont élargies par l'irradiation, il est évident que mon appréciation du déplacement a été exagérée.

» Ces circonstances de détail prouvent que le résultat de l'observation s'approche de ce que le calcul indique, mais j'avoue qu'il faut des mesures plus exactes pour en déterminer la valeur, mesures qui, à cause de ce que je viens de dire, ne sont pas faciles. »

MÉMOIRES LUS.

M. Trémaux lit des « Observations présentées à l'Académie » sur la force tangentielle développée par la rotation solaire.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Yvon Villarceau.)

M. **Rézard de Wouves** donne lecture d'un Mémoire intitulé : « De l'émétique comme traitement abortif de la variole. Nouveau signe pour le diagnostic. »

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination du plan osculateur et du rayon de courbure de la trajectoire d'un point quelconque d'une droite que l'on déplace en l'assujettissant à certaines conditions.* Note de **M. Am. Mannheim**, présentée par M. Chasles.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Lorsqu'on considère le déplacement d'une droite dans l'espace on peut se proposer de déterminer pour la trajectoire d'un de ses points : 1° la tangente à cette trajectoire ; 2° le plan osculateur ; 3° le rayon de courbure.

» En faisant usage de la notion si importante de la droite conjuguée, introduite par M. Chasles, j'ai donné une solution de la première question dans mon *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable* (1).

» Pour les deux autres questions, dont on n'a pas encore de solution, je suis conduit à introduire une nouvelle droite. Cette droite, que j'appellerai *deuxième conjuguée*, lie entre eux les plans osculateurs et les rayons de courbure des trajectoires de tous les points d'une droite.

» Rappelons ce qui est relatif à la première conjuguée. Cette droite est la ligne d'intersection commune des plans normaux aux trajectoires de tous les points d'une droite. Prenons, par exemple, deux points a et b sur une droite D. Si l'on suppose données les trajectoires (a) et (b) de ces points, on aura pour un déplacement de D, à un instant quelconque, la conjuguée de cette droite en menant au point a le plan normal à (a), au point b le plan normal à (b) ; et en prenant la droite d'intersection Δ_1 de ces deux deux plans normaux.

» Connaissant cette droite Δ_1, on aura la tangente à la trajectoire (c) d'un point c de D en menant de ce point une perpendiculaire au plan mené par c et qui contient Δ_1.

---

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XX, et *Journal de l'École Polytechnique*, 43e Cahier.

» Considérons maintenant quatre points a, b, c, e sur D; supposons que l'on déplace cette droite de façon que les points a, b, c, e restent sur quatre surfaces directrices données : (A), (B), (C), (E), la droite D engendrera alors une surface. Pour un déplacement infiniment petit, elle aura une droite conjuguée Δ_1. Cette droite rencontre la normale A menée du point a à (A); de même pour les autres normales B, C, E aux surfaces directrices. On aura donc Δ_1 en construisant la droite qui rencontre à la fois les quatre normales A, B, C, E.

» Il existe ainsi deux droites : D est l'une, l'autre est la conjuguée cherchée.

» Cette droite étant connue, la construction de la tangente à la trajectoire d'un point quelconque de D s'achève comme précédemment.

» Arrivons maintenant aux problèmes relatifs aux courbures des trajectoires des points d'une droite.

» Reprenons le cas où la droite mobile D est assujettie à avoir deux de ses points a et b sur deux courbes données (a) et (b). Menons à un instant quelconque le plan normal en a à (a); de même menons le plan normal relatif à b : la droite d'intersection de ces plans est la conjuguée Δ_1.

» Considérons le plan normal relatif au point a. Nous avons sur ce plan le point a, la droite Δ_1 et une droite Γ, qui est la perpendiculaire élevée du centre de courbure de (a) au plan osculateur de cette courbe.

» Cette droite Γ, que je suppose connue, n'est autre que la droite appelée par Monge *droite polaire*. Appelons r le point de rencontre de Γ et de Δ_1 et t le pied de la perpendiculaire abaissée du point a sur Δ_1; désignons par i le point où cette perpendiculaire rencontre Γ. Déterminons, sur la perpendiculaire at, un point k par la relation

$$\frac{1}{tk} = \frac{1}{ti} - \frac{1}{ta}.$$

» Joignons le point k au point r par la droite K et menons par cette droite un plan (K) perpendiculaire au plan normal relatif au point a. Répétons des constructions analogues pour tous les points de D; je démontre que :

» *Tous les plans tels que* (K) *se coupent suivant une même droite* Δ_2.

» Cette droite est notre *deuxième conjuguée*.

» Δ_2 est facile à construire lorsqu'on connaît les droites polaires pour deux points de D. Voici comment on détermine alors le plan osculateur et le rayon de courbure de la trajectoire (c) d'un point c de D.

» On projette Δ_2 sur le plan normal relatif au point c; appelons K' la projection ainsi obtenue. K' rencontre Δ_1 en un point r'. Abaissons du point i la perpendiculaire ct' sur Δ_1; désignons par k' le point de rencontre de cette droite avec K'.

» Déterminons sur ct' un point i' par la relation

$$\frac{1}{t'k'} = \frac{1}{t'i'} - \frac{1}{t'c}.$$

» En joignant le point i' au point r', on a la droite polaire relative au point c.

» *La distance du point c à cette droite est le rayon de courbure de* (c), *le plan perpendiculaire à cette droite et mené du point c est le plan osculateur de cette courbe.*

» Les droites telles que K étant les projections de la deuxième conjuguée Δ_2 sur des plans passant par la première conjuguée Δ_1 sont les génératrices d'un hyperboloïde contenant Δ_1, Δ_2. D'un autre côté, les perpendiculaires telles que at, abaissées des points de D sur Δ_1, forment un paraboloïde hyperbolique qui contient aussi Δ_1. Les points tels que k, qui appartiennent à la ligne d'intersection de ces deux surfaces, sont donc sur une cubique gauche.

» Au lieu d'une cubique gauche, on trouve une simple circonférence lorsqu'il s'agit d'une droite qui glisse sur un plan; dans ce cas particulier, la deuxième conjuguée est, comme la première, perpendiculaire au plan sur lequel s'effectue le déplacement.

» Reprenons notre droite mobile D. Supposons que la trajectoire du point a soit tracée sur une surface (A), et que l'on considère successivement, à partir de la position initiale de ce point pour ses trajectoires, des courbes tracées sur (A) et tangentes entre elles. Les droites polaires de ces différentes courbes passent, comme l'on sait, par le centre de courbure α de la section normale à (A) menée tangentiellement à ces trajectoires.

» J'ai trouvé que *les droites telles que* K, *relatives à ces différentes trajectoires, passent aussi par un même point*. Voici comment on obtient ce point : Sur le plan normal relatif à a, traçons, à partir de ce point, la normale A à la surface (A). Désignons par f le point où cette normale A rencontre Δ_1, et déterminons sur A un point g par la relation

$$\frac{1}{fg} = \frac{1}{f\alpha} - \frac{1}{fa}.$$

» Menons du point g une parallèle à Δ_1, et du point f une perpendiculaire à cette droite : ces deux lignes se coupent en un point l, qui est le point cherché. La perpendiculaire menée de ce point l au plan normal relatif au point a rencontre donc toujours la deuxième conjuguée Δ_2 de D.

» Ce que nous venons de dire conduit à la solution du problème relatif à la courbure des trajectoires des points d'une droite que l'on déplace en l'assujettissant à avoir quatre de ses points sur quatre surfaces données.

» Il suffit, en effet, pour chacun des quatre points de la droite, et dans les plans normaux relatifs à ces points, de construire des points tels que l. De ces points on mène respectivement des perpendiculaires aux plans normaux qui les contiennent; on détermine la droite qui rencontre ces quatre perpendiculaires. Cette droite est la deuxième conjuguée Δ_2.

» On ne trouve ainsi qu'une droite, parce que les quatre droites employées dans cette construction sont perpendiculaires à Δ_1.

» Δ_2 étant maintenant déterminée, nous savons construire, d'après ce qui précède, le rayon de courbure et le plan osculateur d'un point quelconque de D.

» On peut encore considérer le cas où la droite mobile D est assujettie à avoir un point a sur une courbe donnée et deux points b et c sur deux surfaces données.

» On déterminera un plan (K) relativement au point a, comme nous l'avons vu précédemment; on prendra les deux points où ce plan est rencontré par les perpendiculaires aux plans normaux relatifs à b et c, respectivement de points tels que l ; la droite qui joint ces deux points est la deuxième conjuguée Δ_2. »

M. E. Duchemin soumet au jugement de l'Académie la description d'une nouvelle *pile marine*, capable, comme la *bouée électrique* qu'il a précédemment décrite, de devenir un générateur d'électricité au contact de l'eau de mer. L'élément de pile se compose d'un cylindre de zinc épais et percé de trous, dans l'axe duquel est un vase poreux, fixé à un flotteur au moyen d'une traverse de bois; dans ce vase, est un charbon de cornue, entouré de débris de coke pulvérisés et de perchlorure de fer; l'ouverture de ce vase est d'ailleurs convenablement fermée.

(Commissaires : MM. Becquerel, le général Morin, le Maréchal Vaillant.)

M. Mottez adresse, de Las Palmas (Canaries), par l'intermédiaire de

M. le Ministre de la Marine, un « Mémoire rendant compte de deux observations intéressant la météorologie ».

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, d'Abbadie.)

M. E. Aubé présente à l'Académie, par l'entremise de M. Ch. Robin, un Mémoire portant pour titre : « Sur un mode préventif de l'idiotisme ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. L. Aubert soumet au jugement de l'Académie un « Dixième Mémoire sur les solides soumis à la flexion. Nouvelle Méthode pour vérifier les formules ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Terrien adresse de nouvelles Observations sur diverses questions d'électricité.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

L'Académie a reçu, pour les concours dont le terme est expiré le 1er juin, outre les ouvrages mentionnés au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires dont les titres suivent :

CONCOURS POUR LE GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Anonyme. — *Modifications qu'éprouve la lumière par suite du mouvement de la source lumineuse et du mouvement de l'observateur.*

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : « Labor ».

CONCOURS MONTYON. — PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE.

M. Loewenberg. — *La lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères.* Première et deuxième Parties, deux brochures in-8°. — *Études sur les membranes et les canaux du limaçon,* brochure in-8°.

Ces ouvrages sont complétés par une partie manuscrite.

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : « Felix qui potuit rerum cognoscere causas ».

M. Marinier. — *Sur un pulvérisateur-irrigateur.*

L'auteur demande que le Mémoire qu'il a présenté le 17 janvier dernier soit également renvoyé à l'examen de la Commission.

CONCOURS MONTYON. — ARTS INSALUBRES.

M. **Portail**. — *Sur de nouveaux systèmes d'échafaudage et d'outillage employés dans le creusement des puits.*

M. **Gérardin**. — *Sur l'insalubrité et l'assainissement de la rivière du Croult. Étude sur les eaux de féculerie.*

M. **Poulain**. — *Assainissement des littoraux marécageux, avec le concours de la marée.*

CONCOURS MONTYON. — PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

MM. J. **Chéron** et E. **Goujon**. — *Recherches sur les propriétés fonctionnelles des nerfs et des muscles pendant la vie intra-utérine.*

M. G. **Pouchet**. — *De l'influence de la lumière sur les larves de Diptères privées d'organes extérieurs de la vision.*

CONCOURS RELATIF A L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE.

Anonyme. — *Projet d'un nouveau type de navires de guerre, sans roulis ni tangage.* — Mémoire portant pour épigraphe : « La puissance des États repose plus que jamais sur leur armement ».

CONCOURS BRÉANT.

M. V. **Burq**. — *Métallothérapie. — Du cuivre contre le choléra au point de vue prophylactique et curatif.* Un volume in-8°.

Cet ouvrage est accompagné de nombreuses pièces justificatives.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Resal*, intitulée : « Calcul des épaisseurs de fonds plats et bombés des chaudières cylindriques ».

M. l'abbé **Aoust** adresse à l'Académie l'ensemble des Mémoires, publiés à diverses époques et dans divers recueils, qui constituent sa Théorie des coordonnées curvilignes. L'envoi de ces Mémoires, réunis en un seul volume, est destiné à faciliter le travail de la Section qui doit présenter une liste de candidats à la place vacante par le décès de *M. Lamé*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Observations relatives à la division décimale des angles et du temps proposée par* M. d'Abbadie. Lettre de **M. R. Wolf** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Tout en appréciant les raisons que M. d'Abbadie vient de développer pour la division décimale correspondante des angles et du temps (*Comptes rendus* du 23 mai 1870), il me semble qu'on obtiendrait les mêmes avantages, d'une manière plus simple et même plus rationnelle, en appliquant la division décimale au cercle et au jour, et non pas au quart du cercle et au quart du jour. Dans le cercle et dans le jour, nous possédons des unités données par la nature; en prendre le quart pour une nouvelle unité, c'est introduire tout d'abord quelque chose d'arbitraire. Outre cela, la division décimale du jour est déjà en usage dans maints calculs astronomiques, tandis que vraisemblablement les astronomes ne se prêteraient pas très-facilement à adopter le quart du jour en unité. »

M. d'Abbadie répond en ces termes :

« Le quart de cercle est l'unité naturelle, employée de tout temps pour les fonctions trigonométriques : je n'ai pas proposé de changer cette unité, mais bien de la diviser décimalement, en revenant aux idées si justes de Lagrange, Laplace, Ideler, Borda, etc. Les analystes ont toujours rapporté les fonctions de l'angle au quadrant et non au cercle entier. Si le jour tout entier était divisé en 10 ou en 100, on ne pourrait, sans une multiplication préalable, prendre le sinus, etc., d'un angle horaire, ainsi que le besoin s'en fait sentir continuellement. On a bien plus rarement la nécessité de diviser la circonférence par 10; mais, dans ce cas, il suffirait de diviser par 4 le fractionnement décimal proposé par Lagrange, et appliqué au temps en prenant comme unité l'intervalle de six heures. J'ai peine à comprendre ce qu'il y a d'arbitraire dans le quart de cercle pris comme unité. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle comète télescopique.* Lettre de **M. Winnecke** à M. Le Verrier.

« J'ai découvert une comète télescopique dans la nuit du 29-30 mai. J'ai l'honneur de vous communiquer les observations que j'en ai faites :

			— ✶.	
Mai 29....	$14^h 12^m 38^s$	T. M. Karlsruhe.	$\Delta\alpha = + 0^m 13^s,55$	8 comp.
	$14^h 13^m 22^s$	»	$\Delta\delta = + 0' 9'',9$	5 comp.

» L'étoile de comparaison n'est pas déterminée; sa position approchée se trouve dans le grand Catalogue de M. Argelander, savoir :

1855,0........ $\alpha = 0^h 47^m 55^s,9$, $\delta = +20° 1',5$.

» La nuit du 30-31 mai je n'ai pu déterminer la position de la comète, à cause des nuages, que par trois passages assez douteux :

Mai 30. 14h 13m 34s T. M. Karlsr. α ☉ $= 0^h 50^m 9^s,55$, δ ☉ $= +28° 52' 18''$

Étoile de comparaison.

1870,0... $\alpha = 0^h 50^m 51^s,07$ $\delta = +28° 49' 12'',2$ Argel. 2 observ.

» La comète est ronde, assez luisante, elle est de 2',5 en diamètre. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une certaine famille de courbes et de surfaces.* Note de MM. F. Klein et S. Lie, présentée par M. Chasles.

« Dans la Note que nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie, nous nous proposons d'établir un théorème général concernant certaines courbes et surfaces. Notre Note se composera de deux parties. Dans la première partie nous définirons les courbes et les surfaces dont nous voulons parler; dans la seconde, nous donnerons l'explication et la démonstration de notre théorème.

I.

» 1. Les courbes que nous allons considérer sont celles qui se transforment en elles-mêmes par une infinité de transformations linéaires, permettant d'amener en général chaque point de la courbe en chaque autre.

» Parmi ces transformations linéaires on trouvera nécessairement une transformation infinitésimale; et réciproquement, si une courbe se transforme en elle-même par une transformation linéaire infinitésimale, elle se transformera en elle-même d'une infinité de manières. Ainsi nos courbes sont les intégrales générales du système d'équations différentielles

$$dp : dq : dr : ds = p' : q' : r' : s',$$

où $p, q, r, s; p', q', r', s'$ désignent des fonctions linéaires des coordonnées.

» De la transformation bien connue de ce système d'équations à une forme canonique, on conclut qu'on peut déterminer toujours un tétraèdre, qui reste invariable, par un nombre simplement infini des transformations linéaires appartenant à la courbe. Si ces transformations ne dépendent que d'un seul paramètre arbitraire, ce tétraèdre sera unique; dans le cas

contraire (1), il pourra être choisi parmi une infinité d'autres. Nous ajoutons que ce tétraèdre n'est pas nécessairement un tétraèdre proprement dit, mais qu'un nombre quelconque de ses faces peuvent coïncider.

» Dans ce qui va suivre, nous supposerons un tétraèdre donné, et nous considérerons les courbes appartenant à ce tétraèdre. Pour plus de brièveté, nous les désignerons par un symbole, la lettre V.

» 2. On sait que les transformations linéaires qui laissent invariable un tétraèdre sont échangeables entre elles.

» Conséquemment, les surfaces engendrées par des courbes V_1, qui se transforment en elles-mêmes par les mêmes transformations linéaires et qui coupent une autre courbe V_2, appartenant au même tétraèdre, contiendront un nombre doublement infini de courbes V. Elles se transformeront donc en elles-mêmes par un nombre doublement infini de transformations linéaires appartenant au tétraèdre. Ces transformations permettent d'amener en général chaque point de la surface en chaque autre. Ces surfaces sont celles dont nous allons nous occuper; nous les désignerons, de même que les courbes, par la lettre V (2).

» 3. On obtient les équations de ces surfaces de la manière suivante :

» On peut former trois expressions des coordonnées, qui, par les transformations linéaires appartenant au tétraèdre donné, ne se changent que par une constante additive. Dans le cas d'un tétraèdre proprement dit, ces expressions sont les logarithmes des quotients de trois des fonctions linéaires qui représentent les faces du tétraèdre par la quatrième. Dans les autres cas, il faut remplacer les logarithmes en partie par des expressions algébriques.

» Or les surfaces V sont représentées par les équations linéaires entre ces expressions.

» 4. Nous allons énumérer quelques-unes des courbes V et des surfaces V, qui ont été étudiées sous d'autres points de vue.

» Parmi les courbes V planes, on remarque surtout les paraboles et les spirales logarithmiques : aussi un grand nombre des propriétés de ces courbes ne sont que des cas particuliers du théorème général que nous voulons démontrer.

---

(1) La seule courbe gauche qui correspond à ce cas est la courbe du troisième ordre.

(2) La surface développable d'une cubique gauche, qui n'est pas une surface V, se transforme aussi en elle-même par des transformations linéaires, permettant d'amener en général chacun de ses points en chaque autre.

» Parmi les courbes V gauches, appartenant à un tétraèdre proprement dit, on doit distinguer les courbes du quatrième ordre avec un point de rebroussement et les courbes transformées linéaires de la loxodromie sur la sphère. Il est bon d'ajouter que ces dernières courbes contiennent un nombre infini de courbes algébriques; les plus simples sont la cubique gauche et une courbe du quatrième ordre, possédant deux tangentes stationnaires (1).

» Parmi les surfaces V, appartenant à un tétraèdre proprement dit, on doit remarquer une particularisation homographique : les surfaces données par l'équation

$$x^a y^b z^c = \text{const.},$$

pour lesquelles M. J.-A. Serret a déterminé les lignes de courbure (*Journal de M. Liouville*, t. XII).

» Si deux faces du tétraèdre coïncident, les courbes V contiennent l'hélice, les surfaces V l'héliçoïde gauche.

» Enfin, si toutes les faces du tétraèdre coïncident, les courbes V sont des cubiques gauches, et les surfaces V des surfaces réglées du troisième ordre de cette espèce particulière dont les deux directrices coïncident.

» Nous ajoutons encore que, dans un travail sur les formes ternaires (*Math. Ann.*, t. I), MM. Clebsch et Gordan ont considéré incidemment les courbes planes, lieu d'un point, qui est transposé successivement par la même transformation linéaire.

II.

» Pour établir notre théorème sur les courbes V et les surfaces V, nous allons faire une transformation de l'espace donné, qui n'est pas nécessaire pour notre but, mais qui est très-commode. Cette transformation rapporte l'espace donné (A) à un autre espace (B), dont les coordonnées x, y, z sont égales aux trois expressions qui, pour les transformations linéaires appartenant au tétraèdre donné, ne se changent que par une constante additive. Alors ces tranformations linéaires deviendront les translations de l'espace B, et les courbes V ses droites, les surfaces V ses plans.

» Maintenant nous développerons quelques notions par rapport à l'espace B.

» 1. Si l'on transpose une courbe ou une surface par toutes les translations, elle formera un *système* de courbes ou de surfaces.

---

(1) M. Cayley a signalé cette espèce (*Quart. Journ.*, VII).

» Un système contient, en général, un nombre triplement infini d'éléments.

» Le nombre des droites, formant un système, n'est que doublement infini.

» Le nombre des plans, formant un système, n'est que simplement infini.

» Nous disons aussi des points de l'espace qu'ils forment un système.

» 2. Les éléments de deux systèmes quelconques, qui contiennent un nombre triplement infini d'éléments, pourront être coordonnés des deux manières suivantes.

» En choisissant à volonté deux éléments des deux systèmes, on fera correspondre tous les éléments que l'on obtient de ces deux, soit par des translations identiques, soit par des translations opposées. La première sorte de correspondance sera nommée *cogrédiente*, la deuxième *contragrédiente*.

» Les deux éléments choisis pour établir ces correspondances ne se distinguent pas parmi les autres.

» Soient a, b deux systèmes coordonnés par une correspondance contragrédiente. Alors les éléments a, enveloppant b_1, correspondront aux éléments b, enveloppant a_1.

» On conclut de là que les éléments a, correspondant aux éléments b, qui enveloppent un élément c_1, et les éléments b, correspondant aux éléments a, qui enveloppent le même élément c_1, envelopperont un même élément d_1.

» 3. Après avoir établi une correspondance entre deux systèmes a, b, on peut en déduire une correspondance entre tous les systèmes, dont les éléments sont enveloppés par des a et des b. Pour cela, il suffit de coordonner tous les éléments, qui sont enveloppés par des a, b correspondants.

» Cette correspondance sera cogrédiente, si la correspondance entre a, b est cogrédiente; si la dernière est contragrédiente, la correspondance établie sera de même contragrédiente, d'après les théorèmes que nous venons d'énoncer.

» Il faut distinguer ici surtout le cas où a, b sont des courbes dont les tangentes sont parallèles aux arêtes d'un même cône. Dans ce cas on obtient une correspondance entre toutes les courbes dont les tangentes ont ces directions.

» 4. Si l'on transforme, par une des correspondances que nous venons

d'établir, des droites ou des plans, on obtiendra des droites ou des plans du même système.

» De là on conclut, comme corollaire, que les droites et les plans se transforment en eux-mêmes, si l'on coordonne un élément a, qui les enveloppe, à un élément b, qui les enveloppe aussi.

» 5. Revenons maintenant à l'espace A. Tout ce que nous venons de dire sur les différentes correspondances, que l'on peut établir dans l'espace B, subsiste encore là, si l'on remplace les translations par les transformations linéaires appartenant au tétraèdre donné. Ainsi, en faisant usage de la terminologie employée pour l'espace B, nous aurons le théorème suivant, que nous nous proposions d'établir :

» *Si l'on transforme des courbes* V *ou des surfaces* V *par une correspondance appartenant au tétraèdre donné, on obtient des courbes* V *ou des surfaces* V *du même système;*

et ensuite ce corollaire :

» *Les courbes* V *et les surfaces* V *se transforment en elles-mêmes, si l'on coordonne un élément* a*, qui les enveloppe, à un élément* b*, qui les enveloppe aussi.* »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la circulation des Oligochætes, du groupe des Naïs.* Note de **M. Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans ses recherches anatomiques sur les Annélides oligochætes, M. Claparède a laissé complétement de côté le groupe des *Naïs;* aucun travail important n'a été publié depuis sur ces animaux. Un travail assez étendu, entrepris sur le *Dero obtusa*, animal voisin des *Naïs*, nous permet de faire connaître quelques faits nouveaux sur l'appareil circulatoire de ces animaux, qui n'a pas été étudié jusqu'ici.

» Les *Dero* ne diffèrent guère des *Naïs* que par un appareil branchial composé de quatre digitations simples, rétractiles, insérées sur une sorte de pavillon, qui s'épanouit à l'extrémité postérieure du corps et dont une figure, inexacte à certains égards, a été donnée par d'Udekem dans les *Bulletins l'Académie royale de Belgique*.

» L'appareil circulatoire du *Dero obtusa* se compose essentiellement d'un vaisseau ventral et d'un vaisseau dorsal, occupant tous deux la ligne médiane. Le vaisseau dorsal est contractile. Ces deux troncs principaux sont reliés entre eux d'une manière très-complexe, qu'il nous faut étudier dans

la tête, dans les anneaux antérieurs, les anneaux moyens et dans l'appareil respiratoire caudal.

» Dans cinq anneaux qui font suite à la tête, les deux vaisseaux médians sont unis par une infinité de branches latérales, formant un réseau très-compliqué, qui entoure l'appareil buccal et l'œsophage; ces deux vaisseaux se trouvent considérablement amoindris quand ils arrivent à la région céphalique. Au-dessous de la bouche, le vaisseau ventral émet deux branches, qui pénètrent dans la cavité céphalique; le vaisseau dorsal se prolonge au-dessus du cerveau, jusqu'à l'extrémité antérieure de cette même cavité, et là, il se bifurque en deux branches qui se replient de chaque côté, se subdivisent à leur tour, et dans lesquelles viennent s'aboucher les deux branches issues du vaisseau ventral.

» Dans les anneaux 6, 7 et 8, se trouvent trois cœurs contractiles, formés chacun par deux anses vasculaires flottantes, périviscérales.

» Dans les anneaux moyens, on voit naître, du vaisseau dorsal, trois ou quatre anneaux vasculaires, embrassant très-étroitement l'intestin, dont ils font le tour sans s'aboucher avec le vaisseau ventral. Ces anneaux sont reliés entre eux par un assez grand nombre de vaisseaux longitudinaux, régulièrement espacés et formant avec les anneaux un treillis fort élégant, à mailles rectangulaires. De petits vaisseaux naissent de ce treillis et se divisent à la surface de l'intestin. De l'un des vaisseaux longitudinaux, situés dans le voisinage du plan de symétrie horizontal de l'intestin, naît une branche vasculaire, qui se bifurque quelquefois et vient s'ouvrir dans le vaisseau ventral, de sorte que le sang parti du vaisseau dorsal est obligé de traverser tout le réseau avant de rentrer dans le vaisseau ventral.

» Ces dispositions sont, en partie, masquées par les cellules hépatiques, dans l'animal vivant. Elles semblent indiquer que l'intestin revêtu de cils vibratiles des *Naïs* joue un rôle important dans la respiration.

» Le vaisseau ventral se prolonge jusqu'à l'extrémité postérieure du pavillon. Là, il se bifurque et donne naissance à deux branches, qui longent les bords du pavillon, dont la forme est triangulaire, en détachant sur les angles latéraux deux triangles équilatéraux. De chacune de ces deux branches naît, en face de chaque digitation respiratoire, une branche qui pénètre jusqu'au sommet de la digitation, là se recourbe en anse et vient s'aboucher avec l'anse vasculaire de la digitation du même côté. Il en résulte deux vaisseaux latéraux, qui se joignent au prolongement des deux branches mères, pour former le vaisseau dorsal.

» En supprimant la disposition spéciale au pavillon respiratoire des *Dero*,

on tombe sur le type de l'appareil vasculaire des *Naïs* proprement dites.

» Nous n'indiquons ici que les dispositions essentielles : elles seront développées en détail dans un Mémoire qui sera prochainement publié. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les phénomènes dont les globules blancs du sang et les parois des capillaires sont le siége pendant l'inflammation.* Note de **M. V. Feltz**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans ce nouveau travail se trouvent établis les points suivants :

» Le passage des leucocytes à travers les parois des vaisseaux n'a pu être constaté; les lacunes épithéliales ou stomates, admises par Conheim, n'ont pu être reconnues malgré des préparations nombreuses faites avec le nitrate d'argent; la solution employée et favorable à ce genre de recherches est de 1 gramme pour 1000 grammes d'eau.

» Les essais de coloration des globules avec la poudre de cinabre ont été aussi négatifs que ceux tentés avec le bleu d'aniline. Dans l'un et l'autre cas, l'auteur n'a obtenu que des circulations de poussières, quelquefois des phénomènes emboliques par agglutination des molécules étrangères. Par ci, par là, il a vu des grains s'arrêter sur des globules blancs, mais jamais il n'a pu observer une pénétration quelconque. Inutile d'ajouter qu'il n'a jamais vu ces poussières pénétrer dans les parois vasculaires ni les traverser.

» De ses essais sur la circulation dans le péritoine, il est arrivé à constater qu'avec la solution de nitrate d'argent sus-indiquée, on pouvait colorer, pour quelques heures au moins, les contours des épithéliums pavimenteux, mais il n'a pu découvrir de lacunes semblables à celles décrites par Recklinghausen sur le péritoine du diaphragme.

» Sur des péritoines enflammés artificiellement par introduction de corps étrangers dans la cavité abdominale, il a pu constater qu'au début, au moins, les leucocytes ne prennent pas naissance dans l'épithélium, car on voit celui-ci encore intact au-dessus des éléments de nouvelle formation qui entourent les vaisseaux et infiltrent le tissu péritonéal. Le tissu épithélial ne se modifie qu'environ six heures après le début de l'inflammation.

» Quant à la prolifération des leucocytes dans le sang, l'auteur, qui en supposait l'existence, en 1865, dans son travail sur la leucémie, n'a pu l'établir malgré des recherches nombreuses faites depuis ce temps.

» Dans des cornées de lapin normales, il a pu constater la présence de corpuscules fusiformes et étoilés, disposés régulièrement entre les bandes ou faisceaux de tissu lamineux formant la trame de l'organe. Sous ce rapport, il admet la description de His.

» Dans des cornées enflammées, après quelques heures d'inflammation il a vu ces corpuscules se gonfler, doubler et tripler de volume, et leurs prolongements suivre la même dilatation. Le contenu est transparent et finement granuleux : on y voit quelquefois un ou plusieurs noyaux.

» Après un temps plus long, de deux à huit jours, le contenu des corpuscules dilatés se segmente et prend des formes analogues à celles que montrent les leucocytes, qui deviendront libres ultérieurement. Toutefois, il peut arriver que ce travail soit très-peu actif et que les corpuscules hypertrophiés subissent une véritable dégénérescence colloïde. L'auteur n'a jamais vu, à proprement parler, de divisions ou scissions proliférantes des noyaux.

» D'après l'auteur, la génération des éléments nouveaux se fait aux dépens du protoplasma ou contenu des corpuscules dont la nutrition a été changée par ce trouble circulatoire, devenant cause du trouble nutritif, qu'on appelle *travail inflammatoire*. Il n'est pas éloigné d'admettre que le contenu des corpuscules hypertrophiés, devenant libre par une cause ou par une autre, peut encore prendre des formes déterminées. »

M. A. Georget adresse, de Tours, une rectification à quelques erreurs de dates qui se sont glissées dans sa brochure sur le manuscrit du *P. Grandillon*. Les conclusions demeurent d'ailleurs les mêmes.

Le P. Grandillon aurait été, en 1617, professeur de physique à Orléans; de 1619 à 1623, successivement professeur de logique, de métaphysique et de théologie à la Flèche; en 1624 et 1625, professeur de théologie à Paris; en 1626 et 1627, préfet des études et maître de conférences (*concionator*) à Bourges; de 1628 à 1630, recteur à Alençon, où il mourut le 29 octobre 1631.

Il était prêtre avant 1614, et avait fait un cours public de philosophie à Paris (1).

M. R. Röttger soumet au jugement de l'Académie une brochure inti-

(1) Ces documents sont extraits des Catalogues authentiques et du Nécrologe de la Compagnie de Jésus.

tulée : « La force des forces. La pression atmosphérique, force motrice gratis à la disposition du génie humain ». L'auteur joint à cet envoi une Note manuscrite, indiquant les observations faites postérieurement à l'impression de cette brochure.

Ce travail sera renvoyé à M. Delaunay, qui examinera s'il est de nature à faire l'objet d'un Rapport à l'Académie.

M. H. Laackman adresse une Note, écrite en allemand, concernant la trisection de l'angle.

On fera savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision générale, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente, par l'organe de son doyen, M. Andral, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante dans son sein par suite du décès de *M. Panizza* :

En première ligne	M. Rokitanski, à Vienne.
En deuxième ligne	M. Lebert, à Breslaw.
En troisième ligne, par ordre alphabétique	M. Bowman, à Londres. M. Donders, à Utrecht.
En quatrième ligne, par ordre alphabétique	M. Bennet, à Édimbourg. M. Paget, à Londres.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Note sur la détermination du coefficient de dilatation d'un barreau d'argent; par MM. E. PLANTAMOUR *et* A. HIRSCH. Genève, 1870; br. in-8°.

Description de quelques Crustacés nouveaux de la famille des Portuniens; par M. Al.-Milne EDWARDS. Paris, sans date; in-4°.

Révision du genre Thelphuse et description de quelques espèces nouvelles faisant partie de la collection du Muséum; par M. Al.-Milne EDWARDS. Paris, sans date; in-4° avec planches.

Note sur quelques nouvelles espèces du genre Sesarma (Say); *par* M. Al.-Milne EDWARDS. Paris, sans date; in-4°.

Coordonnées curvilignes. Recueil de différents Mémoires publiés par M. l'abbé AOUST; in-4° relié. (Ce volume est renvoyé à l'examen de la Section de Géométrie.)

Étude sur les névralgies réflexes symptomatiques de l'orchi-épididymite blennorrhagique; par M. Ch. MAURIAC. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

L'art de ramener la vie à bon marché, de prévenir les inondations et de créer des richesses incalculables; par M. H. POUPON. Paris, sans date; in-8°. (Adressé au concours des Arts insalubres, 1870.)

Métallothérapie. Du cuivre contre le choléra au point de vue prophylactique et curatif; par M. V. BURQ. Paris, 1867; in-8°. (Adressé au concours Bréant.)

La lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères. Recherches d'anatomie microscopique, 1re et 2e parties; *par* M. LOEWENBERG. Paris, 1867-1868; 2 br. in-8°.

Études sur les membranes et les canaux du limaçon; par M. LOEWENBERG. Paris, sans date; br. in-8°.

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1870.)

La Chimie nouvelle ou le crassier de la nomenclature chimique de Lavoisier; *par* M. C.-E. JULLIEN. Paris, 1870; in-8°.

Pierre Richer de Belleval, fondateur du Jardin des Plantes de Montpellier. Discours prononcé à la séance solennelle de rentrée des Facultés et de l'École supérieure de pharmacie, le 15 *novembre* 1869; *par* M. J.-E. PLANCHON. Montpellier, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société impériale de Chirurgie de Paris pendant l'année 1869, 2ᵉ série, t. X. Paris, 1870; in-8°.

Une épidémie de variole à Bordeaux; par M. T. DESMARTIS. Bordeaux, 1870; br. in-8°.

Anales... *Annales du Musée public de Buenos-Aires, pour servir à la connaissance des objets d'histoire naturelle nouveaux ou peu connus conservés dans cet établissement; par* M. G. BURMEISTRR, 7ᵉ livr., t. II, 1ʳᵉ partie. Buenos-Aires, 1870; in-4° avec planches.

Sulle... *Sur les observations spectroscopiques des bords et des protubérances solaires, faites à l'observatoire de l'Université romaine de Campidoglio,* 2ᵉ Note de M. le prof. L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie pontificale des Nuovi-Lincei.*)

Osservazioni... *Observations sur le fémur et le tibia de l'Æpyornis récemment découverts par M. A. Grandidier; Mémoire de* M. G.-G. BIANCONI. Bologne, 1870; in-4°.

Dello... *Sur les lésions sanglantes des grandes artères; par* M. L. PORTA. Milan, 1870; in-4°.

Vierteljahrsschrift... *Journal trimestriel de la Société astronomique, publié par les secrétaires* MM. A. AUWERS *et* A. WINNECKE, 5ᵉ année, 2ᵉ liv., avril 1870. Leipzig, 1870; in-8°.

ERRATUM.

(Séance du 30 mai 1870.)

Page 1153, ligne 5 en remontant, *au lieu de* photospiromètre, *lisez* photosporomètre.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie à vouloir bien désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la prochaine séance trimestrielle, qui doit avoir lieu le 6 juillet prochain.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Remarques relatives à la division décimale des angles et du temps; par* **M. Yvon Villarceau.**

« Si je n'ai pas pris part à la discussion soulevée par M. d'Abbadie, dans la séance du 23 mai, ce n'est pas que la question me fût indifférente; mais je me suis arrêté devant une objection que M. d'Abbadie reconnaît plausible : « Un système de mesure adopté par la plupart des nations civilisées ne doit pas être changé. » Cependant les observations présentées dans la dernière séance par M. R. Wolf montrent que tous les astronomes ne partagent pas l'indifférence générale. J'avais moi-même soulevé la question de la division décimale des angles et du temps, mais sans succès je dois l'avouer, devant le Bureau des Longitudes. Je demande à l'Académie la permission de consigner ici l'opinion que j'ai soutenue devant ce corps

savant, dans sa séance du 9 novembre 1864. Voici textuellement ce que contient le procès-verbal de cette séance :

« A l'occasion des progrès de la propagation de notre système métrique, » M. Yvon Villarceau fait remarquer que les auteurs du système, les astro- » nomes, en sont cependant encore à faire usage de la division sexagési- » male du cercle et du jour : il ne regrette pas, du reste, que la division » centésimale de l'angle droit n'ait pas été suivie, parce que, selon lui, » c'est la circonférence et non l'angle droit, qu'il eût fallu prendre pour » unité angulaire. Deux motifs militent en faveur de ce choix : 1° si l'on » prend le jour pour unité de temps, on passe aux ascensions droites, aux- » quelles le temps sert de mesure, sans autre changement que celui du » nom, lorsque la circonférence est prise pour unité; tandis que dans le » système dit *centésimal*, il faut multiplier par 4 les temps observés; 2° lors- » qu'on veut se servir des Tables trigonométriques, et que l'on a affaire à » un angle embrassant plusieurs circonférences, comme cela se présente » dans les applications astronomiques (multiples élevés d'un angle donné), » il faut préalablement retrancher tous les multiples de 360 ou 400 degrés, » tandis qu'en adoptant la circonférence pour unité angulaire, il suffirait » de considérer la partie décimale de l'angle proposé. L'adoption de la cir- » conférence conserverait ainsi la parfaite analogie que présentent les loga- » rithmes et les angles, quand la base du système de logarithmes et l'unité » angulaire sont convenablement choisis : de même que l'on ne change pas » la figure d'un nombre en altérant la caractéristique de son logarithme » pris dans la base 10; de même, on ne changerait pas la situation d'une » droite définie par un angle, en altérant le nombre des unités contenues » dans l'expression de cet angle au moyen de la circonférence prise pour » unité : la partie entière dudit angle représente en effet la caractéris- » tique du logarithme qui exprime l'angle au moyen des deux coordon- » nées rectangulaires d'un point pris sur l'un de ses côtés, rapportées à » des axes parallèle et perpendiculaire à l'autre (1)..... »

(1) Suivant un usage très-répandu dans les observatoires, les nombres entiers de circonférence sont traités comme des caractéristiques de logarithmes décimaux : certaines quantités sont mesurées par les nombres entiers ou fractionnaires de tours des vis micrométriques, comptés positifs dans un sens déterminé. On écrit, par exemple : $3^t,681$; $\bar{2}^t,417$; le second de ces chiffres, où le nombre entier de tours est négatif, s'écrit tel qu'on le lit effectivement sur l'instrument; il est équivalent à $-1^t,583$, ou à $1^t,583$ comptés dans le sens négatif; mais le plus souvent il entre dans les calculs sans subir la transformation précédente.

« Le système métrique décimal », ajoute M. Yvon Villarceau, « a été » proposé, non-seulement pour satisfaire à un besoin d'uniformité dans » les différentes mesures, mais aussi pour simplifier considérablement les » opérations numériques : or, parmi ceux qui se livrent à de telles opé- » rations, les astronomes occupent incontestablement le premier rang, et » il importerait qu'ils pussent profiter aussi des avantages d'un système » qu'ils ont réussi à mettre dans les mains des autres. »

» Cette Communication ne pouvait avoir pour conséquence immédiate la réforme du système de numération des angles et du temps, usité dans les publications du Bureau des Longitudes : il est certain, en effet, que les habitudes des astronomes, sous ce rapport, ne pourront être changées qu'à la suite d'une sorte de concert entre les plus influents d'entre eux.

» Incontestablement le système décimal finira par s'étendre à toutes les espèces d'unités concrètes : le jour étant devenu l'unité de temps, la circonférence s'imposera comme unité angulaire, et une lettre unique, τ par exemple, servira à représenter la circonférence entière au lieu de la quantité 2π (on expliquera plus loin le motif du choix de la lettre τ). La nécessité de réaliser le changement d'unités ne fera qu'augmenter avec le temps, puisque la masse des transformations à effectuer ira toujours en croissant; mais il est à présumer que, si les géomètres se décident à faire exécuter les nombreuses Tables des fonctions analytiques que réclame l'application des théories mathématiques, leur concours ne fera pas défaut, et la transformation si ardemment désirée par ceux qui ont à faire de longs calculs numériques ne se fera plus longtemps attendre.

» Mes conclusions sont, comme on le voit, identiques avec celles de M. R. Wolf : « Dans le cercle et le jour, nous possédons des unités données » par la nature; en prendre le quart pour unité, c'est introduire tout » d'abord quelque chose d'arbitraire, » nous dit ce savant astronome. M. d'Abbadie répond : « Le quart de cercle est l'unité naturelle employée » de tout temps pour les fonctions trigonométriques.... J'ai peine à com- » prendre ce qu'il y a d'arbitraire dans le quart de cercle pris pour » unité. »

» L'affirmation de M. d'Abbadie me paraît contestable : en effet, si le quart de cercle a été de tout temps considéré à part, relativement à la génération des fonctions trigonométriques, c'est qu'en effet ces fonctions y prennent toutes les valeurs *absolues* qu'elles présentent dans l'étendue d'une ou de plusieurs circonférences; mais le quart de cercle a-t-il été

pour cela réellement considéré comme l'unité angulaire? La dénomination si usitée de *quadrant* (quart de cercle) ne prouverait-elle pas, au contraire, que le cercle entier était tacitement pris pour unité? Sans remonter aux origines, on peut faire remarquer que les fonctions trigonométriques n'accomplissent pas leurs entières évolutions dans le quart de cercle; à l'exception de la tangente et de son inverse, elles ne prennent toutes les valeurs dont elles sont susceptibles que dans la circonférence entière : la circonférence seule représente exactement la période de ces évolutions.

» Quand on se place au point de vue de la Géométrie élémentaire et que j'appellerai volontiers le *point de vue statique*, il peut paraître naturel de prendre pour unité l'angle droit ou même le double de cet angle; mais lorsqu'on veut envisager la génération des lignes et des surfaces par le mouvement des points et des lignes, le choix cesse d'être arbitraire. Qu'on fasse tourner une droite dans un plan, autour d'une de ses extrémités, dans un même sens, elle passera par sa position primitive après avoir fait d'abord un *tour*, puis deux *tours*, etc.; le *tour* est donc, à ce point de vue plus général que l'autre, la véritable unité angulaire, et comme il est accompli sans qu'on ait à se préoccuper du chemin linéaire décrit par chaque point de la droite, il serait évidemment préférable d'employer la dénomination de *tour* plutôt que celle de *circonférence*. En désignant le tour par la lettre τ, les parties du *tour* que l'on aurait à considérer s'écriraient $\frac{\tau}{2}, \frac{\tau}{3}, \ldots, \frac{\tau}{n}$, au lieu de $\frac{2\pi}{2}, \frac{2\pi}{3}, \ldots, \frac{2\pi}{n}$.

» Dans ce système, l'argument des Tables trigonométriques serait la partie fractionnaire du *tour* : de même, dans les Tables des autres fonctions périodiques, il conviendrait de prendre pour argument la fraction de période correspondante à la valeur donnée de la variable, plutôt que de prendre, comme l'ont fait quelques auteurs, un nombre quatre fois plus fort, par analogie avec ce qui se pratique pour les Tables trigonométriques centésimales.

» Qu'on me permette, en terminant, de présenter une remarque sur la subdivision décimale du jour : la seconde sexagésimale est la 86400e partie du jour; et les astronomes la subdivisent en dix parties; or personne ne contestera qu'ils ne parviennent aisément à subdiviser, de la même manière, la cent-millième partie du jour, quantité qui ne diffère que d'environ $\frac{1}{9}$ de la seconde sexagésimale. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique des mélanges d'alcool et d'eau.* Note de **MM. Jamin** et **Amaury**.

« Dans un travail présenté à l'Académie le 28 mars dernier, nous avons mesuré la chaleur spécifique de l'eau à diverses températures par le procédé suivant :

» Autour d'un vase cylindrique en cuivre mince, nous enroulons un fil de laiton couvert de soie, dont la résistance mesurée à diverses températures est $90(1 + 0,0015.t)$. Nous y faisons passer un courant dont l'intensité se mesure par la déviation δ d'une boussole de tangentes; il développe par minute une quantité de chaleur Q donnée par la loi de Joule :

$$Q = 90K(1 + 0,0015.t)\tan^2\delta.$$

D'autre part, on verse dans le calorimètre un poids de liquide qui est toujours le même et égal à 300 grammes, à quoi il faut ajouter celui du calorimètre réduit en eau, qui est 9,3. Ce liquide, continuellement brassé par un agitateur, recueille la chaleur développée dans la spirale et s'échauffe de Δt par minute. On a, en appelant γ la chaleur spécifique,

$$Q = 309^{gr},3.\gamma\Delta t;$$

d'où

$$\gamma = \frac{90K(1 + 0,0015.t)\tan^2\delta}{309^{gr},3.\Delta t}.$$

» Le calorimètre est au milieu d'une enceinte qu'on peut maintenir à une température voisine de la sienne; la perte par rayonnement est très-petite; on en tient compte par les méthodes connues, en observant la température avant et après le passage du courant. En appliquant la méthode à l'eau, nous avons trouvé

$$\gamma = \frac{90K(1 + 0,0015.t)\tan^2\delta}{309^{gr},3.\Delta t} = 20,8\left(\frac{1}{1 - 0,0011.t}\right).$$

» En prenant pour unité la chaleur spécifique de l'eau à zéro, on a

$$\frac{90K}{309^{gr},3} = 23,6, \quad K = 10,6, \quad \gamma = \frac{1}{1 - 0,0011.t};$$

la quantité K est trouvée une fois pour toutes et servira pour tous les liquides.

» Nous venons aujourd'hui communiquer à l'Académie le résultat des mêmes recherches sur divers mélanges d'alcool et d'eau. Rien n'a été changé aux appareils ni au mode d'exécution; le poids du liquide est resté le même,

le courant a gardé sensiblement une intensité égale, et les corrections une même valeur. On eut la précaution de terminer les expériences comme on les avait commencées, par une dernière étude sur l'eau; elle fut concordante avec la première, ce qui prouve que K n'avait pas changé et que les résultats sont rigoureusement comparables. On étudia neuf mélanges différents, dans lesquels la proportion de l'eau ε s'échelonnait régulièrement de zéro à 1. Nous transcrivons les résultats trouvés pour quatre d'entre eux :

TABLEAU N° 1. — *Chaleurs spécifiques des mélanges d'alcool et d'eau.*

t	Δt	δ	V observées.	V calculées.
1re SÉRIE. $\varepsilon = 0$. (Alcool.)				
20,92	0,895	23,09	0,660	0,650
24,90	0,890	23,03	0,663	0,660
28,85	0,880	23,00	0,674	0,675
32,55	0,865	22,54	0,685	0,695
36,15	0,855	22,48	0,692	0,702
39,52	0,845	22,45	0,702	0,715
44,15	0,830	22,42	0,718	0,725
45,70	0,825	22,40	0,722	0,735
48,62	0,815	22,36	0,728	0,750
2e SÉRIE. $\varepsilon = 0,16$.				
18,52	0,780	23,00	0,744	0,770
22,35	0,770	22,57	0,757	0,785
25,87	0,750	22,55	0,780	0,798
29,35	0,740	22,54	0,796	0,812
32,70	0,730	22,52	0,809	0,825
35,75	0,720	22,51	0,822	0,830
34,12	0,725	22,50	0,816	0,830
37,02	0,720	22,48	0,823	0,835
40,00	0,710	22,45	0,832	0,840
42,75	0,705	22,42	0,841	0,850
45,60	0,700	22,39	0,848	0,860
5e SÉRIE. $\varepsilon = 0,66$.				
17,75	0,550	23,21	1,090	0,990
16,25	0,550	23,18	1,082	1,087
18,95	0,545	23,16	1,093	1,092
24,57	0,544	23,15	1,106	1,100
27,45	0,542	23,12	1,110	1,110
30,25	0,540	23,10	1,117	1,114
32,90	0,538	23,09	1,124	1,125
35,12	0,536	23,07	1,128	1,130
37,30	0,535	23,06	1,133	1,130
39,57	0,533	23,05	1,143	1,132
41,87	0,530	23,03	1,150	1,140
7e SÉRIE. $\varepsilon = 0,83$.				
14,70	0,540	23,12	1,089	1,080
17,27	0,535	23,06	1,093	1,080
19,67	0,532	23,00	1,092	1,085
22,20	0,530	22,57	1,096	1,090
24,87	0,530	22,54	1,094	1,090
27,60	0,528	22,51	1,099	1,096
30,10	0,525	22,48	1,103	1,100
32,45	0,520	22,45	1,112	1,110

» Tous ces résultats ont été tracés graphiquement, en prenant les températures pour abscisses. Dans chaque cas les points étaient sensiblement en ligne droite, et les expériences ont pu se représenter par la formule $a + bt$. Voici le résumé de toutes les mesures :

TABLEAU N° 2. — *Résumé des expériences.*

	Proportion d'eau ε.	Chaleur spécifique γ.
Alcool pur...........	0	$0,580 + 0,00340.t$
Mélange n° 1........	0,16	$0,720 + 0,00310.t$
» n° 2.........	0,33	$0,840 + 0,00300.t$
» n° 3.........	0,50	$0,940 + 0,00280.t$
» n° 4.........	0,66	$1,030 + 0,00250.t$
» n° 5.........	0,75	$1,055 + 0,00220.t$
» n° 6.........	0,83	$1,065 + 0,00205.t$
» n° 7.........	0,916	$1,060 + 0,00200.t$
Eau pure...........	1,00	$1,000 + 0,00110.t$

» Le coefficient de t représente l'accroissement de γ pour 1 degré de température, ou la tangente de l'angle que fait avec l'axe des t la droite figurative des chaleurs spécifiques. On voit, par le tableau n° 2, que cet angle diminue depuis l'alcool pur, où il est maximum, jusqu'à l'eau. Ainsi la chaleur spécifique est d'autant plus variable avec la température que le mélange contient moins d'eau.

» Si l'on porte son attention sur le premier coefficient, qui exprime la chaleur spécifique à zéro, on voit qu'il augmente d'abord rapidement avec la proportion d'eau; il devient égal à l'unité quand cette proportion est égale à 0,59; il continue de croître et atteint un maximum égal à 1,065 quand $\varepsilon = 0,80$, après quoi il redescend jusqu'à l'unité pour $\varepsilon = 1$.

» Ce résultat prouve que la chaleur absorbée par un mélange qui s'échauffe n'est pas égale à la somme des chaleurs prises par ses éléments; car si cela était vrai, la chaleur spécifique résultante serait toujours plus petite que celle de l'eau, elle serait donnée par la formule

$$\gamma_1 = \varepsilon(1 + 0,0011.t) + (1 - \varepsilon)(0,580 + 0,00340.t);$$

pour chaque température elle augmenterait suivant une ligne droite, depuis la chaleur spécifique de l'alcool jusqu'à celle de l'eau. Ce n'est pas ainsi que les choses se passent : la valeur γ donnée par l'expérience est toujours plus grande que γ_1; l'excès $\gamma - \gamma_1$ croît avec ε, atteint un maximum pour $\varepsilon = 0,80$ environ; il décroît ensuite jusqu'à zéro quand $\varepsilon = 1$. Voici les valeurs de ces excès pour la température de zéro :

ε.......	0,000	0,16	0,33	0,50	0,66	0,75	0,85	0,916	1,00
γ.......	0,580	0,720	0,840	0,940	1,030	1,055	1,065	1,030	1,00
$\gamma - \gamma_1$..	0,000	0,073	0,122	0,150	0,173	0,152	0,137	0,066	0,00

» Cette divergence entre les chaleurs spécifiques réelle et moyenne mérite d'autant plus de fixer l'attention, que, dans la mesure des chaleurs de combinaison et de dissolution, les expérimentateurs ont supposé nulle la différence $\gamma - \gamma_1$, et qu'ils ont dû commettre des erreurs graves. Ces mesures devront être recommencées. Pour le moment, il faut chercher à expliquer, et, s'il est possible, à calculer ces variations de la chaleur spécifique. Or on sait que cet élément augmente quand les corps s'échauffent, c'est-à-dire quand ils se dilatent; il est donc naturel de penser qu'elle augmente aussi pour l'alcool et l'eau quand on les mélange, puisqu'ils prennent un volume plus grand et une densité moindre.

» Pour continuer cette idée, supposons que la chaleur spécifique d'un corps croisse proportionnellement à sa diminution de densité, ce qui ne peut être ni tout à fait rigoureux ni très-éloigné de la vérité. Soient ε et α les proportions d'eau et d'alcool, d et d' leurs densités normales à la température considérée et D celle du mélange : le volume total V sera égal à $\frac{1}{D}$; ce sera aussi celui des poids ε et α des deux liquides, et leurs densités seront devenues εD, αD; elles auront diminué de

$$d - \varepsilon D, \quad d' - \alpha D.$$

» Ces diminutions devant être proportionnelles aux accroissements des chaleurs spécifiques $C - c$ et $C' - c'$, on aura

$$C - c = K(d - \varepsilon D), \quad C' - c' = K'(d' - \alpha D),$$

et la chaleur spécifique du mélange sera

$$(2) \qquad \gamma = c\varepsilon + c'\alpha + K\varepsilon(d - \varepsilon D) + K'(d' - \alpha D).$$

» Telle est la formule qui doit représenter les expériences; c et c' sont les chaleurs spécifiques de l'eau et de l'alcool, d, d', D leurs densités et celle du mélange qui sont connues par les Tables de Gay-Lussac et de Gilpin. Quant à K et K', on peut leur attribuer divers groupes de valeurs. En les supposant égaux entre eux et à 4,1, on satisfait aux conditions du problème. Les nombres calculés du tableau n° 1 sont donnés par cette formule. Elle est générale; elle s'applique à tous les mélanges, quelle que soit leur proportion, et à toutes les températures; elle résume la loi des chaleurs spécifiques de ces mélanges; et, inversement, elle prouve que la chaleur spécifique de chaque élément augmente proportionnellement à la diminution de sa densité. Voici son expression définitive :

$$\gamma = \varepsilon[1 + 0{,}0011.t + 4{,}1(d - \varepsilon D)] + \alpha[0{,}580 + 0{,}00340.t + 4{,}1(d' - \alpha D)].$$

» Dans les mélanges d'eau et d'alcool, il y a toujours une contraction, ce qui fait que la densité D est plus grande que la densité moyenne; mais cette contraction est petite; on peut la négliger dans une première approximation, et alors l'expression se simplifie. Le volume V est égal à la somme des volumes $\frac{\varepsilon}{d}$, $\frac{\alpha}{d}$ des éléments; la densité D est

$$D = \frac{1}{V} = \frac{dd'}{\varepsilon d' + \alpha d};$$

$$\gamma - \gamma_1 = \frac{\alpha\varepsilon}{\varepsilon d' + \alpha d}(kd^2 + k'd'^2 = P\frac{\alpha\varepsilon}{\varepsilon d' + \alpha d}.$$

» Sous cette forme approchée, la formule peut être aisément discutée. On voit que $\gamma - \gamma_1$ est nul pour $\alpha = 0$ et $\alpha = \varepsilon$, et qu'elle atteint un maximum quand

$$\frac{\varepsilon^2}{\alpha^2} = \frac{d}{d'},$$

ce qui se vérifie; et si l'on donne à P une valeur égale à 0,66, on peut calculer $\gamma - \gamma_1$, et par suite γ. Les résultats sont sensiblement égaux à ceux de l'expérience, comme on le verra par le tableau suivant, dont les nombres correspondent à tous nos mélanges à trois températures différentes :

TABLEAU N° 3.

	$t = -1{,}11$. γ.		$t = 15{,}55$. γ.		$t = 37{,}77$. γ.	
ε	observ.	calcul.	observ.	calcul.	observ.	calcul.
0,0....	0,577	0,577	0,630	0,630	0,710	0,710
0,16...	0,717	0,721	0,760	0,751	0,835	0,852
0,33...	0,837	0,860	0,820	0,820	0,950	0,982
0,50...	0,936	0,949	0,990	1,001	1,050	1,063
0,66...	1,027	1,038	1,075	1,074	1,130	1,137
0,75...	1,053	1,026	1,080	1,067	1,140	1,135
0,83...	1,063	1,037	1,060	1,059	1,120	1,101
0,91...	1,058	1,013	1,080	1,069	1,120	1,085
1,00...	0,999	0,999	1,020	1,020	1,050	1,050

» Depuis que nous avons annoncé nos premières expériences, M. Regnault a réclamé la priorité de la méthode pour M. Pfaundler. Nous ne croyons pas cette réclamation fondée : cette méthode appartient au physicien éminent qui a découvert les lois de la chaleur dégagée par les courants, à M. Joule. Non-seulement il l'a indiquée, mais il l'a pratiquée pour trouver la chaleur spécifique du plomb, qu'il a fixée à 0,303; il a même employé le

procédé différentiel que M. Pfaundler a cru avoir découvert (1). Je suis heureux d'ajouter qu'en 1859, M. Bosscha a employé le courant électrique pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur, et imaginé la méthode de compensation des pertes par rayonnement, méthode que j'avais postérieurement indiquée moi-même (2) et que j'ai abandonnée depuis. »

PHYSIQUE. — *Remarques de* **M. Bussy** *à l'occasion de la Communication de* M. Jamin.

« Dans la Communication qui vient d'être faite à l'Académie, il y a deux choses : l'exposition d'un procédé nouveau applicable à la détermination des chaleurs spécifiques, sur lequel je n'ai aucune observation à présenter, et l'application de ce procédé aux mélanges d'alcool et d'eau qui a conduit les auteurs à constater ce fait remarquable et inattendu, que, contrairement à ce qu'on aurait pu prévoir, le mélange d'alcool et d'eau possède une chaleur spécifique plus considérable que la chaleur spécifique moyenne de ses éléments.

» Je dois faire observer, à cette occasion, qu'il y a déjà longtemps que M. Buignet et moi avons été conduits à une conclusion semblable. Nous avons constaté qu'un mélange de 1 équivalent d'alcool, soit 46 grammes, et de 6 équivalents d'eau, soit 54 grammes (proportions qui correspondent à la fois au maximum de contraction et de chaleur développée), possède cependant une capacité calorifique de beaucoup supérieure à la capacité théorique moyenne des deux éléments qui le composent (3).

» Le travail de MM. Jamin et Amaury vient donc confirmer le résultat de nos propres expériences.

» Quant aux différences, s'il en existe, entre les nombres que nous avons trouvés et ceux que M. Jamin fera sans doute connaître ultérieurement, mais qu'il n'a pas donnés dans sa Communication verbale à l'Académie, elles ne sauraient être de nature à changer le sens du phénomène, puisque nous avons été conduits les uns et les autres à la même conclusion. »

---

(1) *Memoirs of Literary and Philosophical Society of Manchester*, 1846, t. VII, p. 559.

(2) *Annales de Poggendorff*, t. LVII, p. 162.

(3) *Comptes rendus*, t. XLIX, p. 673, premier Mémoire, comprenant les changements de volume et de température auxquels donne lieu le mélange de divers liquides, eau, alcool, acide cyanhydrique, chloroforme, sulfure de carbone, etc.; et *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 330, deuxième Mémoire, consacré principalement à la détermination des chaleurs spécifiques des mélanges précédents et de celles des liquides qui les composent.

Réponse de **M. Jamin.**

« Il est vrai que MM. Bussy et Buignet ont mesuré par une seule expérience la chaleur spécifique moyenne d'un mélange formé par 46 parties d'alcool et 54 parties d'eau, et qu'ils l'ont donnée égale à 0,905 au lieu de 0, 806, qui serait donnée par la moyenne des chaleurs spécifiques des deux liquides élémentaires. MM. Jamin et Amaury croient avoir fait davantage : ils ont mesuré la chaleur spécifique du mélange pour toutes les proportions d'eau et d'alcool; ils ont montré qu'elle peut devenir supérieure à la chaleur spécifique de l'eau, supérieure à toute chaleur spécifique connue; ils ont donné une formule générale pour la calculer à toute température, et ils ont expliqué sa variation par une théorie qu'ils ont vérifiée. Ils croient, en conséquence, avoir beaucoup ajouté à l'expérience unique de MM. Bussy et Buignet. Ils se proposent de revenir sur ce sujet prochainement, et se croient en mesure de donner une explication rationnelle des faits si intéressants que la science doit à MM. Bussy et Buignet, et de les calculer numériquement; ils n'ont jamais eu la pensée d'en méconnaître l'originalité et l'importance, ils s'empressent de le déclarer. »

ANALYSE. — *Démonstration de la méthode de Jacobi pour la formation de la période d'une racine primitive; par* **M. V.-A. Le Besgue.**

« I. Voici en quoi consiste cette méthode. On sait que, si l'on prend dans la suite des nombres 1, 2, 3,..., $p-1$, le nombre p étant premier, un nombre quelconque a, on aura toujours 1 pour le reste de la puissance a^{p-1} divisée par p; mais ce reste 1 peut se présenter pour plusieurs puissances de a. La première étant n, il est prouvé que n est diviseur de $p-1$. Les restes de $a, a^2, \ldots, a^n$, divisés par p, sont différents; ils forment la période de a, parce qu'ils se reproduisent périodiquement; $a, a^{n+1}, a^{2n+1},\ldots$ donnent le même reste; de même $a^i, a^{n+i},\ldots$; enfin $a^n,\ldots, a^{in},\ldots, a^{p-1}$ donnent le reste 1. On dit que a appartient à l'exposant n; on dit aussi que a est une racine primitive de la congruence $x^n \equiv 1 \bmod. p$, parce que tous les termes de la période de a donnant $(a^i)^n \equiv 1$ sont les n racines de la congruence $x^n \equiv 1$; la racine a donne toutes les autres. On peut demander s'il y a des nombres appartenant à l'exposant $p-1$, ou si la congruence $x^{p-1} \equiv 1$ a des racines primitives g donnant toutes les autres. Comme 1, 2, 3,..., $p-1$ satisfont à la congruence, il faut donc que les restes des puissances $g, g^2, g^3,\ldots, g^{p-1}$ soient, à l'ordre près, 1, 2, 3,..., $p-1$.

» La réponse est affirmative, et la méthode de Jacobi apprend à former une période de $p-1$ termes, en prenant pour point de départ une période de n termes.

» Voici un exemple de l'utilité de ces périodes. Soit $p=13$; les puissances

$$2,\ 2^2,\ 2^3,\ 2^4,\ 2^5,\ 2^6,\ 2^7,\ 2^8,\ 2^9,\ 2^{10},\ 2^{11},\ 2^{12},$$

divisées par 13, donnent les restes

$$2,\ 4,\ 8,\ 3,\ 6,\ 12,\ 11,\ 9,\ 5,\ 10,\ 7,\ 1.$$

» Si l'on voulait rendre x^3-5 divisible par 13, on dirait : 5 ne diffère de 2^9 que d'un multiple de 13, x ne diffère d'une puissance inconnue de 2, puissance qui peut être indiquée par $2^{\operatorname{ind}x}$ (indice de x), que d'un multiple de 13; on peut donc dire que x et x^3 ne diffèrent de $2^{\operatorname{ind}x}$ et $2^{3\operatorname{ind}x}$ que d'un multiple de 13. On aura donc

$$2^{3\operatorname{ind}x}-2^9=2^9(2^{3\operatorname{ind}x-9}-1)$$

divisible par 13, ce qui exige que l'on ait

$$3\operatorname{ind}x-9=12y \quad \text{ou} \quad \operatorname{ind}x=3+4y.$$

Faisant $y=0,\ 1,\ 2$, on trouve

$$\operatorname{ind}x=3,\ 7,\ 11;$$

à ces indices répondent

$$x=8,\ 11,\ 7.$$

On a en effet

$$8^3-5=39.13.$$

» On voit bien que, pour un grand module, pour $p=1499$ par exemple, pour avoir l'indice de a, il aurait fallu chercher a parmi les 1498 nombres 1, 2, 3,..., 1498 rangés fort irrégulièrement. C'est pourquoi il est utile de tirer de la période de la racine primitive g une table qui donne les *indices* qui correspondent aux nombres successifs $1,\ 2,\ 3,\ldots,\ p-1$.

» Voici ce que Jacobi dit de ces tables :

« Tabulæ reciprocæ pro dato exponente potestatis radicis primitivæ residuum potestati congruum et vice versâ exponentem potestatis dato numero congruæ seu indicem dati numeri exhibentes, nuper ab ill. Ostrogradsky pro numeris primis minoribus quam 200 exstructæ sunt. Quos mihi proposui propter immensam earum per totam arithmeticam utilitatem pro singulis numeris primis infra 1000 condere. »

» Cette citation est empruntée à la page 7 de l'ouvrage suivant, imprimé à Berlin en 1839 :

« Canon arithmeticus sive tabula quibus exibentur pro singulis numeris » primis vel primorum potestatibus infra 1000 numeri ad datos indices, » et indices ad datos numeros pertinentes. Impensis Academiæ litterarum » regiæ Borussicæ. Edidit C.-G.-J. Jacobi. »

» II. Pour démontrer la méthode de Jacobi, ainsi qu'une autre que j'en ai tirée, j'emploierai les propositions suivantes :

» 1° *Théorème de Fermat.* — La congruence $x^{p-1} \equiv 1 \bmod. p$, a $p-1$ racines, savoir : $1, 2, 3, \ldots, p-1$.

» 2° Si n est diviseur de $p-1$, la congruence $x^n \equiv 1$ a n racines. Si le nombre a conduit à une période de n termes, cette période contient toutes les racines de la congruence $x^n \equiv 1$.

» 3° Les termes de la période de a ont une période de n termes ou de $\frac{n}{d}$ termes, selon que, pour le terme a^i, i est premier à n, ou a avec n le plus grand commun diviseur d.

» 4° Si le nombre b n'est pas compris dans la période de a, nombre appartenant à l'exposant $n = \frac{p-1}{n'}$, le reste de $b^{n'}$ est compris dans la période de a. Et si b^f est la puissance de moindre exposant dont le reste soit compris dans la période de a (ce qui sera indiqué ainsi : $b^f \equiv a^i$, f minimum), f sera diviseur de n', et $b^f, b^{2f}, b^{3f}, \ldots, b^{f'f} = b^{n'}$ seront les seules puissances ayant leurs restes compris dans la période de a.

» Si l'on a $b^f \equiv a^\alpha$, $b^m \equiv a^\beta$, en posant $m = qf + r$, $r < f$, il en résulte

$$a^\beta \equiv b^{qf}.b^r = a^{\alpha q}.b^r, \quad \text{d'où} \quad b^r \equiv a^{\beta - \alpha q}.$$

Pour rendre l'exposant de a positif, il suffit d'augmenter β d'un multiple de n, ce qui est permis, puisque l'on a

$$a^n \equiv 1, \quad a^{kn} \equiv 1.$$

On voit donc que l'on aurait b^r dans la période de a, ce qui est impossible, r étant $< f$, supposé minimum. Il faut avoir m multiple de f.

» Dans ce qui suit, on aura à considérer souvent la congruence $a^\alpha \equiv a^\beta . b^k$. On en tirera

$$b^k \equiv a^{\alpha - \beta},$$

l'exposant pouvant être positif, négatif ou nul.

» 5° La congruence $x^m \equiv a \bmod. p$, quand m est diviseur de $p-1$ et

$a^{\frac{p-1}{m}} \equiv 1$, est possible et a m racines. Si a appartient à l'exposant $n = \frac{p-1}{n'}$, comme $\frac{p-1}{m}$ doit être multiple de n, soit kn, on aura

$$p - 1 = nn' = kmn, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{n'}{k}.$$

La congruence est donc

$$x^{\frac{n'}{k}} \equiv a.$$

» 6° La congruence $x^m \equiv a$, quand elle est possible, peut avoir une racine comprise dans la période de a, $x \equiv a^\alpha$ donnant $a^{m\alpha} \equiv a$, ou $a^{m\alpha-1} \equiv 1$, il faut avoir

$$m\alpha - 1 = n\beta,$$

ce qui a lieu seulement quand m et n sont premiers entre eux; en remplaçant α par $\alpha + nt$, $a^{\alpha+nt}$ ne représenterait qu'une même racine $\equiv a^\alpha$.

» *Remarque.* — L'existence des racines primitives ou appartenant à l'exposant $p - 1$ se prouve facilement au moyen de (II, 3°) et d'une propriété de la fonction $\varphi(m)$, qui indique combien il y a de nombres inférieurs et premiers à m. Les propositions suivantes le prouveront également; mais c'est seulement pour la démonstration de la méthode de Jacobi et d'une autre que j'en ai tirée (*) qu'elles sont données ici.

» III. *Théorème.* — Toute racine r de la congruence $x^m \equiv a$, où m est égal à n', ou à un diviseur de n', le nombre a appartenant à l'exposant $n = \frac{p-1}{n'}$, aura une période de mn termes, si aucun des restes des puissances $r, r^2, r^3, \ldots, r^{m-1}$ ne se trouve dans la période de a.

» *Démonstration.* — On n'a pas, en supposant $i < k < m$, $r^k \equiv r^i$, car il en résulterait

$$r^{k-i} \equiv 1 \equiv a^n.$$

Les restes des produits $r^k a, r^k a^2, \ldots, r^k a^n$ sont différents les uns des autres; il en est de même des restes des produits $r^i a, r^i a^2, \ldots, r^i a^n$. D'ailleurs, on ne saurait avoir $r^k a^\alpha \equiv r^i a^\beta$, d'où l'on tirerait $r^{k-i} \equiv a^{\beta-\alpha}$, ce qui est contraire à l'hypothèse. On voit donc que les restes de la suite

$$r, r^2, \ldots, r^{m-1}, r^m \equiv a, ar, ar^2, \ldots, ar^{m-1}, a^2, \ldots,$$
$$a^{n-1}, a^{n-1}r, \ldots, a^{n-1}r^{m-1} \left(a^{n-1}r^m \equiv a^n \equiv 1\right)$$

(*) *Note sur la classification des racines des congruences binômes.* (*Comptes rendus* du 24 décembre 1866.) Cette nouvelle Note en est le complément.

sont différents et en nombre nm. La racine r a donc une période de nm termes.

» Pour $m = n'$, la période aurait nn' termes, ou $p - 1$ termes.

» IV. *Théorème.* — Le nombre a apppartenant à l'exposant n, et b, non compris dans la période de a, donnant $b^f \equiv a^i$, f minimum, la congruence $x^f \equiv a$ sera résolue par $x \equiv a^t b^u$, $t < n$, $u < f$, t et u étant déterminés par l'équation

$$(a) \qquad ft + iu - 1 = nv.$$

» Pour u premier à f, les racines appartiendront à l'exposant nf. Pour u non premier à f, elles n'appartiendront pas à l'exposant nf.

» *Démonstration.* — Pour la possibilité de l'équation (a), il faut que n, f et i ne soient pas tous trois divisibles par un même nombre d; or $b^f \equiv a^i \equiv a^{i+nt}$ donnant $b^{\frac{f}{d}} \equiv a^{\frac{i}{d}+\frac{n}{d}t}$, on en conclurait que f n'est pas l'exposant minimum qui donne b^f congru à un terme de la période de a.

» La résolution conduit à f couples t, u. Cela se voit de suite; pour f premier à n, on peut faire $u = 0, 1, 2, \ldots, f - 1$; à chaque valeur de u répond une valeur de $t < n$. Si f et u ont un plus grand commun diviseur d, on a

$$\frac{f}{d} t + \frac{iu - 1}{d} = \frac{n}{d} v,$$

u prendra $\frac{f}{d}$ valeurs $< f$, et à chacune d'elles il répondra d valeurs de $t < n$.

» Il est impossible d'avoir $a^t b^u \equiv a^{t'} b^{u'}$; il en résulterait $b^{u-u'} \equiv a^{t'-t}$, $u - u'$ étant inférieur à f.

» Si u avait un facteur commun avec f, par exemple pour $u = \frac{f}{d} k$, on aurait

$$\left(a^t b^{\frac{f}{d}k}\right)^d \equiv a^{td+fk},$$

de sorte que la racine n'aurait pas une période de fn termes.

» Mais si u est premier à f, il est impossible d'avoir, pour $d < f$,

$$(a^t b^u)^d \equiv a^\alpha;$$

il en résulterait

$$b^{ud} \equiv a^{\alpha - td},$$

ud devrait être multiple de f, ce qui est impossible, car u est premier à f et $d < f$.

» Ainsi ces racines appartiennent à l'exposant fn.

» *Remarque.* — Voici une autre solution particulière de l'équation $ft + iu - 1 = nv$; elle est indiquée, comme on le verra, par la méthode de Jacobi.

» Posez $m = i + n\theta$, $\theta < f$ étant pris de manière à rendre m premier à f; puis faites $m\beta = f\gamma + 1$ et $\alpha = kn - \gamma < n$. On en conclura

$$f\alpha + i\beta - 1 = n(kf - \beta\theta).$$

» La méthode de Jacobi suppose l'existence de racines primitives ou de nombres appartenant à l'exposant $p - 1$. Cette existence pourrait être démontrée au moyen du théorème suivant, dont la démonstration sera indiquée sommairement.

» V. *Théorème.* — Soit la congruence $x^m \equiv a$, le nombre a appartenant à l'exposant $n = \frac{p-1}{n'}$, m étant égal à n' ou à un diviseur de n'.

» 1° Si tous les diviseurs premiers de m divisent n, les m racines auront une période de mn termes.

» 2° Mais si m a des diviseurs premiers q, r,... qui ne divisent pas n, il y aura seulement $m\frac{q-1}{q}\frac{r-1}{r}\cdots$ racines ayant une période de mn termes.

» *Démonstration.* — L'exactitude du théorème se reconnaît de suite pour q premier, puis pour $q^2, \ldots, q^\alpha$; $x^{q^2} \equiv a$ revient à $(x^q)^q \equiv a$; on considère $y^q \equiv a$, puis $x^q \equiv y$, et ainsi de suite.

» Quand on a $m = n'$, l'existence des racines appartenant à l'exposant $p - 1$ est prouvée.

» *Remarque.* — Quand on admet que l'on peut poser $x^{n'} \equiv a \equiv g^{n'}$, g étant une racine appartenant à l'exposant $p - 1$, on en déduit

$$x^{n'} \equiv g^{n'} \equiv g^{n' + nn't}, \quad x \equiv g^{1+nt}.$$

Le nombre $1 + nt$ est premier à n, si pour une valeur de t (qui peut prendre les valeurs $0, 1, 2, \ldots, n' - 1$) on rend $1 + nt$ premier à n', ce qui arrive pour n' ou $n'\frac{q-1}{q}\frac{r-1}{r}\cdots$ valeurs de t, en supposant q, r,... diviseurs de n' mais non de n, on a des racines primitives précisément en même nombre que celui donné par le théorème précédent.

» VI. Une racine primitive g, satisfaisant à la congruence $x^{n'} \equiv a$, sa période pourra être présentée comme il suit :

$$\begin{array}{llll} 1 \equiv 1, & g, & g^2, \ldots, & g^{n'-1}, \\ a \equiv g^{n'}, & ag, & ag^2, \ldots, & ag^{n'-1}, \\ a^2 \equiv g^{2n'}, & a^2 g, & a^2 g^2, \ldots, & a^2 g^{n'-1}, \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a^{n-1} \equiv g^{(n-1)n'}, & a^{n-1} g, & a^{n-1} g^2, \ldots, & a^{n-1} g^{n'-1}, \\ a^n \equiv g^{nn'}. & & & \end{array}$$

» Il résulte de là, puisque a est donné, que, si l'on savait trouver l'indice d'un nombre b non compris dans la période de a, on pourrait placer ce nombre dans une des colonnes, et des multiplications successives par a donneraient les n nombres contenus dans cette colonne. L'indice de b fera connaître celui de b^2, et l'on aura encore n termes; de même pour $b^3, \ldots$, jusqu'à ce que l'on trouve b^f compris dans la période de a. Il est donc avantageux d'avoir $b^{n'} \equiv a^i$ (n' minimum) (*).

» VII. Voici comment Jacobi détermine l'indice de b, nombre non compris dans la période de a : il calcule $b^f \equiv a^i$, f minimum, $n' = ff'$. Comme on a $a \equiv g^{n'} \equiv g^{ff'}$, il en résulte $b^f \equiv g^{ff'i} \equiv g^{ff'i + nff't}$, d'où $b = g^{f'(i+nt)}$; mais il faut que $i + nt$ soit premier à f, sans quoi l'on n'aurait pas $b^f \equiv a^i$, f minimum, mais bien $b^{\frac{f}{d}} \equiv a^{iu}$, si l'on avait $i + nt = du$, et d diviseur de f. Jacobi prend donc, en posant $t = 0, 1, 2, \ldots, f - 1$, les valeurs $t = \theta$, qui donnent $i + nt = m$ premier à f, et il montre (avec trop peu de développement peut-être) que le choix de la valeur de m est arbitraire. Jacobi opère comme il a été dit plus haut le placement de b, b^2, $b^3, \ldots$, b^{f-1} et des nombres qui s'en déduisent.

» Jacobi aurait pu donner immédiatement la valeur de $g^{f'}$, qui résulte de ce qui précède. En posant $g^{f'} = h$, on a $a \equiv h^f$, $b \equiv h^m$. Comme m et f sont premiers entre eux, on peut faire $m\beta = f\gamma + 1$. De là résulte

$$b^\beta \equiv h^{f\gamma} h \equiv a^\gamma h \quad \text{ou} \quad h \equiv a^{kn-\gamma} b^\beta \equiv a^\alpha b^\beta, \quad \beta < f, \alpha = kn - \gamma < n.$$

» Puisque $h \equiv g^{f'}$, on voit que h appartient à l'exposant nf. C'est ce qui a été prouvé directement plus haut.

» VIII. *Application.* — Soit pris, par exemple, $p = 31$; la période de $a = 2$ est 2, 4, 8, 16, $32 \equiv 1$. Ainsi $n = 5$, $n' = 6$. Pour l'auxiliaire $b = 3$, on

(*) C'est ce qui arrive le plus souvent, parce qu'il est prouvé que $b^f \equiv a^i$ (f minimum) répond à $n\varphi(f)$ nombres. Quand n' est premier $n\varphi(n') = n(n' - 1) = p - 1 - n$, toutes les valeurs de b donnent $b^{n'} \equiv a^i$ (n' minimum).

trouve

$$3^2 = 9,\quad 3^3 \equiv 27,\quad 3^4 \equiv 19,\quad 3^5 \equiv 26,\quad 3^6 \equiv 16 = 2^4.$$

Ainsi $i = 4$. Pour résoudre $x^6 \equiv 2$ en posant $x = 2^t 3^u$, il faut résoudre $6t + 4u - 1 = 5v$. En prenant $u = 1$, $u = 5$, premiers à 6, on aura les racines primitives : $u = 1$ donne $t = 2$, $2^2 . 3 = 12$; c'est une racine primitive. $u = 5$ donne $t = 1$; $2 . 3^5 \equiv 2 . 26 \equiv 21$ est la seconde racine. ($2 = 6 . \frac{1}{2} . \frac{2}{3}$ est le nombre de ces racines.) Voici comment Jacobi trouve 12 et 21 :

» L'indice de 3 sera un des nombres premiers à 6 compris dans $4 + 5t$ en y faisant $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5$; on a ainsi 4, 9, 14, 19, 24, 29. Les nombres 19 et 29 sont les seuls indices que puisse avoir 3, en multipliant par 2, 3, 4, 5 l'indice 19 et omettant les multiples de 30, on aura les indices de 9, 27, 19, 26 : ce seront 8, 27, 16, 5. Voici le placement :

	0.	1.	2.	3.	4.	5.
0	1	12	20	23	28	26
6	2	24	9	15	25	21
12	4	17	18	30	19	11
18	8	3	5	29	7	22
24	16	6	10	27	14	13

3, 9, 27, 19, 26 étant placés, on obtient les autres termes de la période par des duplications.

Quand on prend $29 \equiv 30 - 1$ pour l'indice de 3, 28, 27, 26, 25 sont les indices de 9, 27, 19, 26. On voit ci-contre ce second placement.

	0.	1.	2.	3.	4.	5.
0	1	21	7	23	18	6
6	2	11	14	15	5	12
12	4	22	28	30	10	24
18	8	13	25	29	20	17
24	16	26	19	27	9	3

On retrouve donc les racines 12 et 21.

En plaçant 5; comme on a $5^3 \equiv 1 \equiv 2^5$, on ne pourrait former que deux colonnes.

En plaçant 15, qui donne $15^2 \equiv 8 \equiv 2^3$, on ne pourrait former qu'une seule colonne.

» Les applications faites aux 238 nombres premiers < 1500 ont donné, relativement à la période de 2, les résultats qui suivent :

» On a trouvé

$n' =$ 1, 2, 3, 5, 7, 11, 17, 31 (n' premier)

pour

92, 70, 19, 4, 1, 2, 1, 1 modules, en tout. 190

$n' =$ 4, 8, 16, 9 (n' puissance d'un nombre premier)

pour

13, 8, 3, 1 modules, en tout 25

$n' =$ 6, 10, 14, 22, 38, 18, 24 ($n' = 2^\alpha q^\beta$, q premier)

pour

11, 5, 3, 1, 1, 1, 1 modules, en tout. 23

238

» Ainsi 92 modules ont 2 pour racine primitive. $n' = 2$ a lieu pour 47 modules de la forme $8q + 7$; la racine primitive est $g \equiv p - 2^{\frac{p+1}{4}}$. $n' = 2$ a encore lieu pour 23 modules de la forme $8q + 1$; les deux racines primitives sont $\equiv \pm b.2^{\frac{p-i}{2}}$; on a $b^2 = 2^i$; i est nécessairement impair.

» L'énumération précédente montre que la recherche d'une racine primitive satisfaisant à la congruence $x^{n'} \equiv 2$ et la formation de sa période se feront aussi promptement que le permet la grandeur du module.

» Les tables réciproques donnant les indices des nombres et les nombres qui correspondent aux indices ont été construites complétement de 1 à 200 par M. J.-Ch. Dupain, élève de l'École Normale, professeur au lycée d'Angoulême. De 200 à 1500, les tables ont été réduites de moitié, ce qui a peu d'inconvénients, en raison des propriétés des nombres complémentaires a et $p - a$. Soit $a = g^{\text{ind}\, a}$, $p - 1 \equiv g^{\frac{p-1}{2}}$ donnera $p - a \equiv g^{\text{ind}\, a \pm \frac{p-1}{2}}$, un indice pouvant être diminué de $p - 1$.

» Si ces tables étaient publiées, elles seraient précédées d'une Introduction où la présente Note, développée, contiendrait beaucoup plus d'applications. »

PHYSIQUE. — *Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres* (deuxième Note); *par* **MM. Ch. Martins** *et* **G. Chancel.**

« Le général Morin a bien voulu faire suivre notre Note du 30 mai dernier de quelques observations critiques. Nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre les réflexions qu'elles nous suggèrent. M. Morin rappelle que la résistance de la fonte exposée au froid n'est pas la même que celle de ce métal aux températures ordinaires; cela est en effet probable, et nous n'avons pas prétendu le contraire, car, dans nos conclusions, nous disons expressément : « Nos expériences fournissent le moyen » de calculer directement le nombre d'atmosphères nécessaire pour déter- » miner, *dans ces circonstances,* la rupture des projectiles. »

» A propos de nos expériences, M. Morin ajoute : « En même temps que » l'eau se dilate en se congelant, la fonte se contracte par le froid, de sorte » que ces deux effets s'ajoutent l'un à l'autre. » Dans le principe, nous nous étions préoccupés de la contraction de l'enveloppe par le froid; mais nous avons immédiatement reconnu qu'elle se réduisait à si peu de chose, qu'il n'y avait pas lieu d'en tenir compte. En effet, les projectiles séjour-

naient une heure et demie environ dans un mélange réfrigérant à — 20 degrés; mais nos expériences montrent que la température de l'eau contenue n'est point descendue au-dessous de — 4°,2. On peut donc admettre que la fonte était à la température moyenne de — 12 degrés, et que l'abaissement total, à partir de la température initiale de + 4 degrés, était de 16 degrés; nous avions donc

Volume intérieur de la bombe à + 4 degrés	cc 2481,00
Volume intérieur de la bombe à — 12 degrés	2479,67
Différence	1,33

» Cette diminution de volume de $1^{cc},33$ correspond à 10 atmosphères sur 590 ou à $\frac{1}{60}$, quantité insignifiante et négligeable, en présence d'autres éléments plus importants que nous ne pouvions apprécier numériquement.

» MM. Dumas et Élie de Beaumont ont parlé de changements dans la texture des corps solides, dus à des températures extrêmes ou à des froids prolongés; mais nous ne pensons pas que ces faits, d'ailleurs incontestables, puissent s'appliquer à nos expériences. Les bombes ne séjournaient qu'une heure et demie dans le mélange refrigérant à — 20 degrés, et la cassure de nos fragments, examinée après la rupture, n'a présenté aucune apparence différente de celle des bombes brisées à la température ordinaire.

» M. Morin pense qu'on ne saurait déduire du nombre d'atmosphères qui ont déterminé la rupture de nos bombes les charges de poudre nécessaires pour les faire éclater. C'est aussi notre opinion; car la pression subite, due au développement brusque des gaz de la poudre, agit autrement que la pression lente, continue, graduée, de la congélation de l'eau contenue dans le projectile. Le but de nos expériences était d'étudier les phénomènes physiques qui accompagnent la rupture d'une enveloppe résistante, par la congélation de l'eau, de connaître la proportion du liquide qui se convertissait en glace, la température de l'eau restée liquide, etc.; mais ces expériences donnant des résultats concordants, pour les pressions qui ont amené la rupture des projectiles, nous avons dû les mentionner, comme suffisamment exactes pour les conditions dans lesquelles nous avons opéré. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note accompagnant la présentation de la troisième édition de l'Introduction à la Mécanique industrielle de* Poncelet, *par* **M. Combes.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de Mme Poncelet, la troisième édition de l'*Introduction à la mécanique industrielle physique ou*

expérimentale, de Poncelet, publiée sous la direction de M. Kretz, ingénieur en chef des manufactures de l'État.

» Je demande à l'Académie la permission de lire la courte Préface de M. Kretz :

« Poncelet avait résolu de consacrer les dernières années de sa laborieuse carrière à la publication complète de ses œuvres : Les *Applications d'Analyse et de Géométrie* parurent en 1862 et 1864, le *Traité des Propriétés projectives des figures* en 1865 et 1866. L'auteur allait préparer l'impression de ses travaux sur la Mécanique, lorsque la mort est venue l'enlever au monde savant.

» Mme Poncelet, qui, à force de soins et de dévouement, était parvenue à prolonger la vie et les travaux de son illustre mari, n'a pas voulu laisser incomplète la réalisation de ses derniers projets. Elle m'a confié le soin de classer les écrits de Poncelet sur la Mécanique, et d'en diriger la publication.

» L'*Introduction à la Mécanique industrielle* a eu deux éditions : la première, qui parut en 1829, était destinée à compléter l'une des parties des leçons que Poncelet professait, à cette époque, aux ouvriers de la ville de Metz; la deuxième, qui contient un grand nombre de considérations nouvelles, fut mise à l'impression en 1830; elle ne fut terminée que vers la fin de 1839, par suite d'une série de circonstances qui forcèrent plusieurs fois l'auteur à interrompre son travail.

» Poncelet se proposait d'introduire, dans la troisième édition de cet ouvrage, quelques modifications résultant des progrès récents de la théorie ou relatant de nouveaux faits d'expériences.

» Je ne pouvais songer à entrer dans la voie qu'aurait suivie l'auteur, et j'ai reproduit scrupuleusement le texte de la deuxième édition, en me bornant à y faire quelques changements de détail que Poncelet avait indiqués dans des Notes manuscrites.

» Néanmoins, pour me conformer autant que possible aux intentions de l'auteur, j'ai cru devoir ajouter des Notes succinctes indiquant les principaux travaux faits, depuis la rédaction de la deuxième édition, sur quelques-unes des questions traitées dans ce livre.

» J'ai été secondé dans mon travail par M. H. Resal, l'élève et l'ami de Poncelet, ainsi que par M. Moutier, professeur, ancien élève de l'École Polytechnique. J'espère que, grâce à ce concours, je ne serai pas resté trop au-dessous de la tâche qui m'était confiée. »

» Je n'ai maintenant que peu de mots à ajouter.

» L'avant-propos écrit par Poncelet pour l'édition de 1839 et qui n'a rien perdu de son intérêt est reproduit dans la nouvelle édition.

» Les tableaux des quantités numériques à introduire dans les calculs pour les applications (densités, résistances, coefficients de dilatation, d'élasticité, etc.), ont été complétés, en puisant aux meilleures sources et en ayant soin de distinguer les additions du texte primitif.

» La méthode de quadrature de Poncelet qui est bien connue, mais qui n'avait encore été imprimée dans aucun de ses ouvrages, a été ajoutée à la suite de la méthode de Simpson.

» Dans des Notes concises et qui, par leur clarté, sont bien en harmonie avec le texte, M. Kretz a exposé les notions essentielles, aujourd'hui acquises à la science, sur la théorie mécanique de la chaleur. Il signale, dans une Remarque sur une Note écrite par Poncelet en 1830 et imprimée dans la 2e édition, un passage duquel il résulte que Poncelet, après avoir lu les *Réflexions sur la puissance motrice du feu de Sadi Carnot*, avait aperçu qu'il y avait quelque chose d'incomplet dans les idées de l'auteur de cet opuscule, devenu si justement célèbre, et entrevoyait dès lors comment on serait conduit au principe de l'équivalence de la chaleur et du travail mécanique, tel que nous le comprenons aujourd'hui.

» Je citerai encore les Notes relatives aux expériences de M. G.-A. Hirn sur les lois du frottement, l'influence des enduits lubrifiants et la valeur relative des huiles, aux récentes expériences de M. Cornu sur le rapport de la contraction transversale à l'extension longitudinale des solides isotropes, aux recherches de M. Kretz lui-même sur les lois singulières de la résistance, de l'extensibilité, de l'élasticité des courroies de transmission de mouvement et sur le glissement de ces courroies.

» Courtes et substantielles, ces Notes complètent, sans le surcharger, un texte qui a été respecté, comme il devait l'être : car l'*Introduction à la mécanique industrielle* est une des œuvres les plus achevées de Poncelet. Elle porte l'empreinte de ce génie sagace, laborieux, patient, difficile pour lui-même, qui voulait et savait creuser son sujet jusqu'au fond. Quoiqu'elle sorte du cercle des sciences abstraites, elle a gardé et conservera dans l'avenir toute son utilité et sa valeur scientifique ; elle restera un modèle des Traités de mécanique appliquée et ne contribuera pas moins que les travaux de géométrie pure qui l'ont précédée, à la gloire de notre confrère. »

« M. Brongniart présente, de la part de M. Schimper, Correspondant de l'Académie, la première partie du second volume du *Traité de Paléontologie végétale*, que ce savant vient de publier.

» Cette continuation de l'important ouvrage dont M. Schimper a publié le premier volume, il y a un an, contient la fin des végétaux cryptogames, c'est-à-dire les plantes de l'ordre des Lycopodiacées, dans lequel M. Schimper range, comme familles distinctes, les Lycopodiées, les Lépidodendrées, les Isoëtées et les Sigillariées, familles presque exclusivement limitées à la période houillère.

» Les Phanérogames gymnospermes, comprenant les deux classes des Cycadinées et des Conifères, occupent une place très-importante dans

cette partie de l'onvrage de M. Schimper, et l'on sait tout l'intérêt que les végétaux qu'elles renferment offrent au point de vue paléontologique, par suite de leur existence dans les terrains de toutes les époques géologiques.

» Enfin ce volume renferme, en outre, l'ensemble des plantes monocotylédones, Graminées, Palmiers, etc., qui jouent un rôle important dans la végétation de la période tertiaire.

» Les Dicotylédones angiospermes, si nombreuses également dans les diverses formations tertiaires, et qui rattachent la végétation de cette période à la végétation actuelle, restent seules à publier dans la seconde partie de ce volume.

» Vingt-cinq nouvelles planches sont ajoutées aux cinquante de l'atlas du premier volume. Elles représentent également, soit des échantillons dessinés d'après nature, sous la direction de M. Schimper, soit des figures reproduites d'après les meilleurs auteurs. Elles ajoutent beaucoup à l'intérêt de ce grand ouvrage. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de feu *M. Panizza.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Rokitanski obtient	37 suffrages.
M. Lebert	2 »
M. Donders	1 »

M. Rokitanski, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme du vol des oiseaux.* Note de **M. E.-J. Marey**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai déjà exposé, dans des Communications précédentes, le mécanisme du vol de l'insecte. J'ai l'honneur de montrer aujourd'hui devant l'Académie un appareil artificiel perfectionné qui, agitant des ailes membraneuses à la façon d'un insecte véritable, reproduit les phénomènes essen-

tiels du vol, à savoir : l'ascension contre la pesanteur et la translation de l'appareil.

» Enfin, on peut reconnaître, sur cet insecte artificiel, que c'est bien la résistance de l'air qui imprime aux ailes les mouvements en 8 de chiffre dont elles sont animées, car on retrouve également cette forme dans l'insecte artificiel, qui cependant ne reçoit de son moteur que des mouvements rectilignes d'élévation et d'abaissement de ses ailes.

» C'est donc à tort que ce mouvement de torsion a été considéré comme actif de la part de l'insecte et assimilé aux effets d'une hélice qui se visserait dans l'air.

» Le vol de l'oiseau, qui pendant ces derniers temps a été l'objet de mes études, s'effectue par un mécanisme différent.

» Tous les naturalistes ont compris que le mode d'imbrication des pennes de l'oiseau ne permet pas à son aile de frapper l'air d'une manière efficace par ses deux faces à la façon de l'insecte. La face supérieure de l'aile laisserait passer l'air par l'intervalle de ses pennes, et ne trouverait sur lui qu'un point d'appui insuffisant.

» Pour analyser les mouvements de l'aile de l'oiseau, je n'ai pu recourir à la méthode qui m'avait réussi pour l'insecte, attendu que l'oiseau ne peut voler qu'à la condition de se transporter dans l'air. Retenu par un lien, il tombe aussitôt que ce lien est tendu. On sait que l'insecte peut, au contraire, voler en tirant sur un fil qui le retient. C'est déjà une différence capitale entre le vol de ces deux sortes d'animaux.

» Il a donc fallu faire voler l'oiseau en expérience dans une vaste salle, où il pouvait, en ligne droite, parcourir un espace de 16 mètres environ; d'autrefois, l'oiseau, attelé à une sorte de manége, volait circulairement et d'une manière plus prolongée. Le diamètre du cercle décrit était de 6 à 7 mètres. Dans tous les cas, des appareils enregistreurs écrivaient les signaux des mouvements exécutés par l'oiseau; ces signaux étaient transmis par l'électricité ou par des tubes à air.

» *Fréquence et rhythme des battements de l'aile de l'oiseau.* — L'oiseau, muni d'un long cable électrique à double fil, ouvrait ou fermait un circuit de pile à chaque battement de son aile. Une soupape sur laquelle agissait la résistance de l'air produisait ces ouvertures et clôtures alternatives du courant, qu'un appareil télégraphique enregistrait.

» D'autrefois, appliquant aux muscles pectoraux de l'oiseau le mode de transmission des mouvements par l'air que j'ai introduit en myographie,

j'obtenais le signal de l'action de ses muscles, ce qui fournissait un nouveau moyen de compter les coups d'ailes, quelle que fût leur fréquence.

» En combinant ces signaux avec ceux de l'enregistreur électrique, on peut reconnaître l'action du muscle élévateur de l'aile et celle de l'abaisseur. En outre, si l'on agit sur les deux muscles pectoraux à la fois, on peut s'assurer du synchronisme d'action des deux ailes. Toutefois, dans le vol en manége, l'aile qui se trouve en dehors du cercle décrit par l'oiseau m'a paru avoir des mouvements un peu moins étendus que l'autre.

» La fréquence des battements varie beaucoup avec les conditions dans lesquelles le vol s'accomplit.

» Au départ, l'oiseau a des coups d'aile plus rares mais d'une plus grande amplitude qu'au bout d'un instant. La fréquence diminue de nouveau quand l'oiseau a pris une grande vitesse. Enfin, lorsqu'un oiseau attelé en manége subit un mouvement d'entraînement rapide (20 à 30 mètres par seconde), il exécute des mouvements d'ailes très-lents (durant de 30 à 40 centièmes de seconde).

» Sauf ces différences que présente la fréquence des battements des ailes dans des circonstances exceptionnelles, on peut déterminer, à peu près, pour chaque espèce d'oiseau une fréquence moyenne qui serait, d'après mes expériences :

Pour le Moineau..............	13	par seconde.
» le Canard sauvage.........	9	»
» le Pigeon domestique......	8	»
» le Busard................	$5\frac{3}{4}$	»
» la Chouette effraie.......	5	»
» la Buse..................	3	»

» Si l'on mesure la durée relative des temps d'élévation et d'abaissement de l'aile dans le vol, on trouve que le temps d'abaissement est presque toujours plus long que celui d'élévation. Chez les oiseaux à faible surface d'ailes, ces deux temps sont presque égaux, la disproportion s'accentue à mesure qu'on observe des oiseaux à plus large surface.

» Ce fait est contraire à ce que l'on admettait théoriquement, et même aux observations faites par certains naturalistes. Il est vrai que ces observations ont été faites sur des espèces d'oiseaux que je n'ai pu étudier.

» *Du parcours de l'aile de l'oiseau.* — Qu'on imagine un oiseau volant en ligne droite parallèlement à une muraille; qu'on suppose que la pointe de son aile frotte sans cesse contre cette paroi et y laisse une trace, on aura la courbe du parcours de l'aile de l'oiseau dans l'espace. C'est cette forme du

mouvement que j'ai cherché à recueillir sur l'oiseau qui vole, et à inscrire sur un appareil enregistreur.

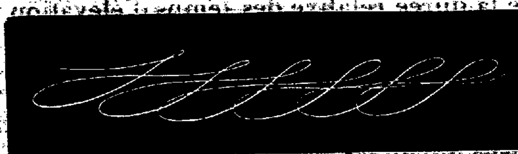
» Je ne puis, dans les limites qui me sont imposées, donner la description de l'appareil qui m'a servi, et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Je me borne à indiquer le principe sur lequel il est établi.

» Lorsqu'une tige se meut autour d'une de ses extrémités considérée comme point fixe, tous les mouvements que décrit l'autre extrémité peuvent être considérés comme des combinaisons variées de deux mouvements qui s'effectueraient, l'un dans le sens vertical, l'autre dans le sens horizontal.

» Dans mon appareil, deux tiges semblables sont, à l'une de leurs extrémités, adaptées à un mouvement de Cardan qui leur permet de se mouvoir en divers sens. J'établis, au moyen d'une transmission par l'air, la solidarité des mouvements de ces deux tiges dans le sens vertical. Une autre transmission semblable est destinée aux mouvements dans le sens horizontal. Dans ces conditions, quel que soit le mouvement qu'on imprime à la tige n° 1, la tige n° 2 en exécute un semblable. Quand on s'est assuré que les deux tiges exécutent bien le même mouvement, on adapte l'une d'elles sur l'oiseau, de façon que les mouvements de l'aile dans le vol lui soient communiqués, et, pendant ce temps, on fait tracer l'autre tige sur le cylindre enfumé.

» La courbe obtenue indique le parcours de l'extrémité de l'aile dans l'espace, et réalise les conditions idéales signalées plus haut.

» Or, en comparant la trajectoire de la pointe de l'aile d'un insecte qui vole à celle de l'aile d'un oiseau, on trouve entre les deux courbes une différence frappante dont les figures ci-dessous donnent une idée exacte :



Trajectoire de l'aile d'un insecte volant de droite à gauche.



Trajectoire de l'aile d'une buse volant de droite à gauche.

» Dans une prochaine Note, j'exposerai les réactions des mouvements de l'aile sur le corps de l'oiseau. »

MÉDECINE. — *Sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde.* Mémoire de **M. Morache.** (Extrait.)

« *Conclusions.* — Notre travail nous paraît complémentaire de celui de M. Pécholier, auquel revient l'honneur d'avoir appelé l'attention sur un mode de traitement nouveau de la fièvre typhoïde. Nous croyons avoir précisé davantage l'action de la créosote dans ces cas, au point de vue clinique, et nous résumons nos observations, en disant :

» 1° La fièvre typhoïde paraît due à l'introduction dans l'organisme d'un virus, dont le mode d'action est sans doute l'évolution d'un ferment.

» 2° La créosote agit probablement sur cette fermentation, comme on le constate dans les expériences directes ordinaires, en modifiant, sinon en annulant, cette évolution morbide.

» 3° A défaut de preuves plus directes, cette action se traduit par :

a. Diminution de l'intensité de la fièvre;
b. Diminution de la durée de la période fébrile;
c. Diminution des symptômes locaux et généraux typhoïdes;
d. Action locale sur la muqueuse digestive.

» 4° La créosote paraît devoir être préférée à l'acide phénique, qui ne semble pas avoir donné des résultats très-satisfaisants, et n'est pas toujours facilement supporté.

» 5° Il paraît logique d'essayer le traitement créosoté dans d'autres maladies infectieuses, d'une évolution analogue à celle de la fièvre typhoïde, la variole par exemple.

» 6° Si l'action de la créosote peut être acceptée dans le traitement d'une maladie infectieuse, due à une fermentation organique, rien n'autorise cependant à lui attribuer une vertu préservatrice. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Construction de l'axe de courbure de la surface développable enveloppe d'un plan dont le déplacement est assujetti à certaines conditions.* Note de **M. Am. Mannheim**, présentée par M. Chasles.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Dans une Communication que j'ai faite récemment à l'Académie, j'ai considéré des points sur une droite et j'ai montré la liaison qui existe entre

les courbures des trajectoires décrites par tous ces points lorsqu'on déplace la droite qui les contient.

» Je me propose aujourd'hui, en considérant des plans parallèles à une même droite et formant une figure de grandeur invariable, de montrer la liaison qui existe entre les courbures des surfaces développables que ces plans enveloppent pendant leur déplacement.

» Lorsqu'il s'est agi de la trajectoire d'un point, j'ai fait usage de la droite d'intersection de deux plans normaux menés par deux points infiniment voisins situés sur la trajectoire du point considéré.

» De même pour la développable enveloppe d'un plan, j'emploierai la droite d'intersection de deux plans normaux de cette développable menés respectivement par deux génératrices de cette surface et infiniment voisines. Je dirai que cette droite est un *axe de courbure* de la développable.

» Considérons d'abord deux plans $(P)_a$, $(P)_b$ comprenant entre eux un angle dièdre de grandeur invariable et qui, dans leur déplacement, restent chacun tangent à une surface développable donnée.

» Supposons qu'un plan $(P)_m$ parallèle à l'arête G du dièdre, et invariablement lié à cette figure, soit entraîné pendant le déplacement de celle-ci. Proposons-nous de construire la droite D_m, suivant laquelle ce plan touche son enveloppe, c'est-à-dire sa *caractéristique*.

» Par les caractéristiques des plans $(P)_a$, $(P)_b$ on mène, à un instant quelconque, des plans respectivement perpendiculaires à $(P)_a$ et $(P)_b$, ou, ce qui revient au même, des plans normaux aux développables données. Ces plans se coupent suivant une droite L_1, qui est l'*adjointe* au plan perpendiculaire à G. Il suffit de projeter L_1 sur $(P)_m$ pour avoir la caractéristique cherchée.

» Prenons maintenant quatre plans invariablement liés et parallèles à une même droite G, et supposons qu'on déplace ces plans de façon qu'ils touchent chacun une surface quelconque donnée.

» Proposons-nous de construire la caractéristique d'un plan parallèle à la même droite G et invariablement lié aux premiers.

» Pour cela, à un instant quelconque, on mène aux surfaces données des normales issues des points où elles sont respectivement touchées par les plans mobiles. On construit la droite L_1 qui rencontre à la fois ces quatre normales. La projection de cette droite sur le plan mobile est la caractéristique demandée (1).

---

(1) Tout ce que je viens de rappeler se trouve démontré dans mon *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable*. (*Mémoires des Savants étrangers*, t. XX.)

» Arrivons aux problèmes relatifs à la courbure de toutes ces développables.

» Appelons D_a la caractéristique du plan $(P)_a$, et Γ l'axe de courbure correspondant de la développable enveloppe de ce plan. Le plan de ces deux droites, qui est le plan normal à cette développable suivant D_a, contient l'adjointe L_1. Désignons par r le point de rencontre de Γ et de L_1. Abaissons du point r la perpendiculaire H sur D_a, et menons du même point une droite K déterminée par la relation

$$\frac{1}{\text{tang}(L_1, K)} = \frac{1}{\text{tang}(L_1, \Gamma)} - \frac{1}{\text{tang}(L_1, H)}.$$

Enfin, par cette droite, menons un plan (K) perpendiculaire au plan (D_a, L_1).

» En effectuant une construction analogue pour la développable enveloppe de l'un quelconque des plans mobiles, j'ai trouvé que :

» *Tous les plans tels que* (K) *se coupent suivant une même droite* L_2.

» Je désignerai cette droite sous le nom de *deuxième adjointe*.

» Lorsqu'on donne les axes de courbure des deux développables que doivent envelopper les faces d'un dièdre mobile, la droite L_2 est construite par l'intersection de deux plans tels que (K); on aura tout de suite, par une construction inverse de celle que je viens de donner, *l'axe de courbure de l'enveloppe d'un plan invariablement lié à l'angle dièdre mobile et parallèle à l'arête de cet angle.*

» Pour tous les plans qu'on peut ainsi entraîner pendant le déplacement du dièdre, on aura toujours des droites telles que K en projetant la deuxième adjointe sur des plans passant par la première : *les droites* K *appartiennent donc à un hyperboloïde.*

» En particulier, si les plans mobiles se déplacent en restant perpendiculaires à un plan fixe, cet hyperboloïde devient un cylindre de révolution dont les génératrices sont perpendiculaires au plan fixe. La trace de ce cylindre sur le plan fixe est une circonférence qu'on a été conduit à employer en étudiant le déplacement d'une figure plane sur son plan.

» Reprenons nos plans mobiles et supposons qu'au lieu de donner des développables on donne des surfaces directrices quelconques. Le plan $(P)_a$, par exemple, sera alors assujetti pendant son déplacement à toucher deux surfaces directrices. Soit (A) l'une de ces surfaces. La caractéristique D_a est, à un instant quelconque, la droite qui joint le point a où $(P)_a$ touche cette surface au point où ce plan touche l'autre directrice.

» Voici maintenant une remarque utile : si à partir d'une certaine position de $(P)_a$ on considère toutes les développables enveloppes de ce plan qu'on obtiendrait en prenant successivement pour surfaces directrices (A) et une deuxième surface directrice, choisie seulement de manière à donner la même caractéristique D_a, *les axes de courbure de toutes ces développables passent par un même point* α *et les droites telles que* K *passent par le même point* l (1).

» Ce point l s'obtient ainsi : on mène du point α, que je suppose construit, une parallèle à L_1; du point, où la normale à (A_1) issue du point a rencontre L_1, on abaisse une perpendiculaire sur cette parallèle : le pied de cette perpendiculaire est le point l.

» Nous pouvons maintenant, au moyen de la remarque précédente, résoudre le problème suivant :

» *Quatre plans parallèles à une même droite* G *formant une figure de grandeur invariable se déplacent en touchant respectivement quatre surfaces données; construire, à un instant quelconque, l'axe de courbure de la développable enveloppe d'un plan invariablement lié aux premiers et qui est aussi parallèle à* G.

» On construit d'abord l'adjointe L_1. Par cette droite, on mène des plans perpendiculaires aux plans donnés. Dans chacun de ces plans perpendiculaires on construit un point tel que l.

» De tous les points ainsi déterminés, on élève respectivement des perpendiculaires aux plans qui les contiennent.

» La droite L_2 qui rencontre à la fois ces quatre perpendiculaires est la deuxième adjointe au moyen de laquelle, comme je l'ai indiqué précédemment, on construit l'axe de courbure demandé.

» Les résultats contenus dans cette Note, ainsi que ceux que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie dans la séance du 6 juin dernier, ont été obtenus par une méthode générale et directe que je me propose de développer. »

---

(1) Le point α par lequel passent ces axes de courbure est évidemment le centre de courbure pour le point a de la courbe de contour apparent de (A) sur un plan mené par a perpendiculairement à D_a. Ce point α est facile à construire lorsqu'on connaît les rayons de courbure principaux de (A).

Cette propriété des axes de courbure de passer par un même point constitue un théorème analogue au théorème de Meusnier. Celui-ci peut, en effet, être énoncé ainsi : *Lorsque des courbes tracées sur une surface sont tangentes entre elles, les axes de leurs cercles osculateurs passent par un même point.*

CHIMIE MÉTALLURGIQUE. — *De la cause du rochage des carbures de fer et des étincelles produites par ces métaux. Nouvelles propriétés du fer.* Note de **M. H. Caron.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les expériences que j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, dans ma dernière Note (1), démontrent que l'acier et la fonte ne rochant jamais lorsqu'on les fond dans une atmosphère d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, le rochage de ces métaux fondus et coulés ne saurait être attribué à une expulsion de gaz réducteurs absorbés pendant la fusion.

» J'ai démontré que s'il y avait rochage au moment de la solidification, il fallait l'attribuer à la réaction produite, à ce moment, par l'oxyde de fer sur le charbon du carbure. Mais il n'est pas nécessaire pour cela de supposer que l'oxygène et le charbon puissent se trouver dissous en même temps dans l'acier en fusion. Pour le reconnaître, il suffit d'examiner attentivement ce qui se passe dans le creuset depuis le moment où il est chargé jusqu'au rochage du métal coulé.

» L'acier (ou la fonte) mis en morceaux dans le creuset est chauffé très-longtemps avant de fondre; pendant cette période de la fusion, les morceaux se recouvrent d'une couche d'oxyde de fer, au-dessous de laquelle se trouve une légère épaisseur d'acier décarburé; la partie centrale reste dans l'état primitif. Lorsque la température arrive au degré de fusion du métal intérieur, les morceaux dont l'extérieur est beaucoup moins fusible se vident, et le creuset se remplit petit à petit d'acier fondu, au milieu duquel reste la carcasse des morceaux vidés. C'est cette carcasse, composée en grande partie d'oxyde de fer, qui réagit longtemps sur le carbure et donne naissance à de l'oxyde de carbone. Les parois du creuset sont aussi une cause permanente d'oxydation du charbon, je l'ai déjà démontré (2).

» Il est encore une autre cause de production du gaz qu'il est impossible de négliger. Aussitôt que le métal est complétement liquide, on se prépare à le couler; il faut alors ouvrir le creuset où l'air pénètre immédiatement; ensuite, le filet de métal fondu que l'on verse dans le moule s'oxyde au contact de l'atmosphère et entraîne dans sa chute, en même temps qu'une certaine quantité d'air, un mélange d'oxyde et de carbure de fer qui réa-

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 351; 1870.

(2) Les culots d'acier fondu que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie donnent une idée très-nette de ces deux espèces d'action.

gissent l'un sur l'autre, jusqu'au moment de la solidification et peut-être quelque temps après. De là, production certaine d'oxyde de carbone.

» Telles sont vraisemblablement les causes principales du rochage des carbures de fer fondus dans une atmosphère oxydante.

» Quant aux étincelles de l'acier ou du fer qui brûle, je me suis borné à démontrer, dans ma dernière Note, qu'elles ne pouvaient provenir d'un rochage causé par l'expulsion d'un gaz réducteur, sans proposer une explication nouvelle de ce phénomène. Les expériences que je vais rapporter maintenant viendront à l'appui des précédentes, et permettront, je l'espère, d'attribuer ces étincelles à une cause inconnue jusqu'ici.

» Le fer pur ou même le fer ordinaire du commerce ne roche jamais lorsqu'il est fondu dans un creuset de terre convenablement fermé ou dans un tube traversé par un courant d'hydrogène ou d'oxyde de carbone pur, c'est un fait bien connu; mais, il n'en est plus, ou plutôt il ne paraît plus en être ainsi, lorsqu'on fond ce même fer dans une coupe en chaux avec la flamme nue et directe du chalumeau oxyhydrique. Bien qu'on ait toujours soin de maintenir dans la flamme le plus grand excès possible d'hydrogène, le fer s'oxyde en grande partie à mesure qu'il fond, et lorsqu'après la fusion complète on arrête le feu, il se produit un rochage notable accompagné souvent d'étincelles brillantes.

» J'ai pensé que la contradiction apparente qui existe entre la fusion du fer en vase clos et la fusion à feu nu pouvait tenir à la grande quantité d'oxyde formé dans ce dernier cas; pour m'en assurer j'ai fait les expériences suivantes.

» Une coupe en chaux pareille à celle qui m'avait servi pour fondre le fer, a été remplie d'oxyde de fer pur comprimé en petits cylindres. Le chapeau du four étant placé, ainsi que le chalumeau, j'ai fondu l'oxyde, en ayant soin, comme plus haut, de maintenir dans la flamme le plus grand excès possible d'hydrogène. Aussitôt que la fusion a été complète, j'ai arrêté le feu en laissant le dessus du four; j'ai vu alors la matière se solidifier d'abord à la surface, puis se soulever et finalement (lorsque le refroidissement se fait lentement) produire un rochage considérable sans accompagnement d'étincelles. Si l'on prolonge trop longtemps la fusion, on ne voit plus de rochage; probablement il se forme alors une combinaison de chaux et d'oxyde de fer, qui n'a plus les mêmes propriétés (1).

» La nature du vase employé pour la fusion pouvant avoir une influence

(1) Une petite quantité de silice empêche aussi le rochage.

sur ce phénomène, j'ai remplacé la chaux par la magnésie pure comprimée en forme de four; j'ai obtenu les mêmes résultats. Enfin, j'ai construit des fours semblables aux précédents, avec de l'oxyde de fer magnétique pur fortement aggloméré; le rochage s'est également produit dans ces vases, mais plus difficilement (1).

» Je n'ai pas besoin de dire que, malgré l'excès d'hydrogène, je n'ai jamais eu de fer réduit : c'était à présumer, puisque cette même flamme avait oxydé le fer dans les expériences précédentes; d'ailleurs, on sait depuis longtemps, d'après Magnus, que l'hydrogène, mêlé à une certaine quantité de vapeur d'eau, ne réduit les oxydes de fer à aucune température. C'est sans doute le cas qui se présente ici.

» On voit, d'après cela, que le rochage apparent du fer fondu dans la chaux est causé par un gaz que l'oxyde absorbe pendant la fusion. Ce gaz ne saurait être réducteur, puisqu'il n'y a eu ni réduction ni étincelle; mais, quel qu'il soit, le rochage dont il est la cause permet d'expliquer pourquoi le fer et la fonte lancent des étincelles en brûlant. Il suffit, en effet, de supposer, tout en conservant en partie les hypothèses faites à ce sujet, que ce n'est pas le fer, mais bien l'oxyde (enveloppant la parcelle de fer) qui roche et laisse à nu le métal incandescent dont la combustion commence alors au contact de l'air environnant.

» Je parlerai maintenant de certaines propriétés du fer pur que j'ai remarquées en faisant mes expériences et que je crois nouvelles.

» La fusion du fer pur dans l'hydrogène ne s'effectue pas sans difficulté, parce que le point de liquéfaction du métal précède très-rarement le ramollissement des tubes de porcelaine que l'on trouve dans le commerce. La température suffisante s'obtient rapidement avec le chalumeau Schlœsing que j'ai toujours employé et qui m'a donné largement la chaleur nécessaire pour cette expérience.

» Lorsque le fer est bien fondu, il est complétement exempt de bulles; j'ai opéré ainsi sur plus de 1 kilogramme de ce métal, par portions de 50 à 150 grammes, et j'ai toujours observé le même fait. C'est une confirmation de la non-absorption de l'hydrogène par le fer fondu. D'ailleurs, si l'on prend la densité du lingot de fer non forgé, on la trouve sensiblement plus forte que celle du fer ordinaire. Voici le résultat de ces expériences :

(1) L'oxyde de manganèse Mn^3O^4 roche dans les mêmes conditions que l'oxyde magnétique de fer.

	Poids.	Densité à 16 degrés.
	gr	
Fer pur fondu dans l'hydrogène non forgé	88,879	7,880
» » » forgé, provenant du précédent	79,074	7,868
» » » forgé, étiré en fil de 1 mill. de diam.	10,312	7,847
Bon fer du commerce ressué (barre de 1 centimètre carré)	81,540	7,852
Culot de fer pur fondu au creuset	117,540	7,833

» D'après les chiffres qui précèdent, on voit que la densité du fer fondu dans l'hydrogène est supérieure à celle de tous les autres fers fondus ou forgés dans une atmosphère non réductrice. Il est surtout très-remarquable que ce métal ait plus de densité avant d'avoir été forgé.

» Quant à la malléabilité à chaud ou à froid, elle est bien différente lorsqu'on compare le fer pur fondu dans l'hydrogène au même métal fondu dans une atmosphère légèrement oxydante. Le premier se martelle facilement au rouge sans qu'il soit utile de prendre des précautions particulières. Il ressemble beaucoup au cuivre rouge pour la mollesse et la ductilité; il s'étire également bien à froid. Je n'ai trouvé dans ce métal aucune trace de charbon en employant le procédé d'analyse le plus délicat (1).

» Le fer pur fondu dans un creuset est, au contraire, sensiblement plus dur que le précédent; les facettes de sa cassure, larges et brillantes, ont beaucoup d'analogie avec celles du fer brûlé ou soumis à des trépidations longtemps prolongées. Il est difficile à étirer au rouge; pour le forger convenablement et sans criques, il faut lui donner une première chaude suante, mais jamais il n'acquiert la malléabilité du premier. Lorsqu'il se solidifie dans le creuset, il éprouve une contraction très-visible, et souvent on trouve au milieu du lingot une cavité à parois brillantes qui provient du retrait du métal; cette cavité donnerait de fausses indications sur la densité si l'on n'en tenait pas compte.

» Un culot de ce dernier fer, scié en lames minces et chauffé pendant longtemps au rouge vif dans un courant d'hydrogène sec, donne une quantité notable d'eau; après le refroidissement, on constate une perte de poids que l'on peut attribuer en grande partie à l'oxygène contenu primitivement dans le métal. Certaines parties du culot, le bas par exemple, éprouvent

(1) M. Boussingault a bien voulu y rechercher le silicium par une méthode très-exacte qui lui appartient, et n'a rien trouvé; M. Damour a également suivi mes expériences depuis plusieurs mois. Je profite de cette circonstance pour remercier ces savants illustres des conseils qu'ils me donnent depuis bien longtemps, et qui m'ont grandement aidé dans tous mes travaux.

une perte qui va jusqu'à 5 millièmes de leur poids. Cette absorption de l'oxygène par le fer est d'autant plus grande, que le métal a subi une oxydation plus considérable pendant la fusion.

» J'ai fait des expériences analogues sur l'acier; si l'Académie veut bien me le permettre, je donnerai une autre fois le résultat de mes recherches sur ce métal. »

M. Marchand adresse, de Bruxelles, une démonstration du *postulatum* d'Euclide, qu'il soumet au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission nommée pour les Communications relatives à cette question.)

M. Witwer adresse, de Ratisbonne, un « Mémoire sur la théorie des molécules ».

(Commissaires : MM. Delaunay, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. A. Espagne, en adressant de Montpellier une brochure sur l'industrie des machines à coudre à la maison centrale de Montpellier, et sur l'utilité des moteurs artificiels dans cette industrie, exprime le désir que ce travail soit soumis à l'examen de la Commission du concours des Arts insalubres.

Le terme de tous les concours pour l'année 1870 étant expiré, la Commission du concours des Arts insalubres jugera si la brochure de M. Espagne peut encore être admise parmi les pièces qui doivent y prendre part.

CORRESPONDANCE.

M. Joule, nommé Correspondant pour la Section de Physique dans la séance du 30 mai, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une traduction de la 3e édition du « Traité des maladies des femmes, par le docteur *West*, professeur d'accouchements à Londres, traduit et annoté par *M. Mauriac* ». Cet ouvrage est présenté à l'Académie par M. S. Laugier.

2° Un ouvrage du docteur *Van Dommelen*, médecin principal de l'armée hollandaise et directeur du service de santé à La Haye, sur les moyens de

transports et de secours en général aux blessés et malades en temps de guerre. A cet ouvrage est joint un atlas de 22 planches, représentant les divers appareils et moyens de transport en usage parmi les nations civilisées.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques du Soleil; par* M. J. Norman-Lockyer (1).

« Le temps a été assez beau ces jours derniers, et le Soleil assez élevé à mes heures d'observation, pour me permettre de reprendre mon travail.

» Ma récolte de faits nouveaux n'est pas très-grande; elle l'eût été davantage si j'avais opéré sur une bande du Soleil de 50 à 100 milles de largeur, au lieu d'une qui dépassait de beaucoup un millier et n'était pas fort au-dessous de deux milliers de milles. Mais ayant obtenu, à côté de quelques faits nouveaux, d'importantes confirmations de mes observations précédentes, je peux croire que les nombreuses heures que j'ai passées à étudier des phénomènes qui me sont désormais parfaitement familiers n'ont pas été entièrement perdues.

» Les résultats négatifs obtenus par le Dr Frankland et moi-même, dans notre travail de laboratoire, sur la question de savoir si la ligne lumineuse jaune près de D, dans le spectre chromosphérique, était une ligne d'hydrogène, m'ont amené à faire sur cette ligne une série spéciale d'observations, dans le but de la différencier, s'il est possible, de la ligne C. Le professeur Zöllner avait remarqué, il y a quelque temps, que la ligne jaune était souvent moins élevée dans une proéminence que la ligne C. Mais si l'on se souvient de nos résultats au sujet du magnésium, ce fait ne prouve rien. Les preuves que je désire aujourd'hui soumettre à l'Académie sont d'un autre ordre, et, à mon avis, concluantes :

» 1° Avec une fente tangentielle, j'ai vu la ligne jaune lumineuse sous la chromosphère, tandis que la ligne C était obscure, les deux lignes se trouvant dans le même champ;

» 2° Dans le cas d'une proéminence lumineuse au-dessus d'une tache sur le disque, les lignes C et F étaient claires, tandis que la ligne jaune était invisible;

» 3° Dans une injection d'hydrogène à haute pression, le mouvement indiqué par le changement des longueurs de vibrations a été moindre pour la ligne jaune que pour C et F;

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» 4° Dans une pareille injection quiescente, la pression indiquée a été moindre;

» 5° Dans un cas, la ligne C était longue et continue, tandis que la ligne jaune était de même longueur, mais brisée.

» Le fait que cette ligne se voit si rarement obscure sur le Soleil me fait soupçonner une connexion entre elle et la ligne *a* 5015 d'Angström, qui est aussi une ligne lumineuse, et se montre souvent telle dans la chromosphère, et alors plus haut que les lignes du sodium et du magnésium, quand celles-ci sont visibles en même temps, et l'on peut se demander s'il ne faut pas attribuer ces lignes à une substance qui se trouve à une température plus élevée que celles qui sont mélangées avec elle, et qui serait d'une grande légèreté, car sa ligne d'absorption reste généralement invisible dans les spectres de taches.

» J'ai pu faire une série d'observations sur la belle tache qui était visible quand je les commençai, le 10 avril, près du milieu de sa course à travers le disque. A cette époque, la tache, à en juger par l'absence presque complète d'indices d'absorption générale dans les régions pénombrales, avait peu de profondeur, de même que plusieurs des taches récemment observées. Quelques heures d'observation montrèrent qu'elle devenait plus profonde en apparence, et que les ombres s'étendaient et se multipliaient, comme s'il se produisait un affaissement général; mais des nuages survinrent, et les observations furent interrompues.

» Le jour suivant (11 avril), la tache s'était certainement développée, et l'on voyait alors une proéminence d'une éclat superbe, traversant complétement la masse la plus sombre de l'ombre, et alimentée par la pénombre ou son voisinage immédiat, ce qu'indiquait un éclat plus vif des lignes lumineuses C et F.

» 12 avril. La proéminence se maintient.

» 13 avril. La tache s'approche du limbe; la proéminence persiste au-dessus de la tache. A 11 heures, je ne voyais aucune proéminence de quelque importance sur le limbe; mais environ une heure après, je fus vivement surpris par la vue d'une proéminence, qui, sans dépendre, je crois, de la tache dont je viens de parler, en était rapprochée, qui avait plus de 2 minutes de haut et un mouvement rapide dans la direction de l'œil. Il y avait de légers nuages, qui réfléchissaient le spectre solaire; je vis donc la ligne noire C en même temps. La ligne C de la proéminence (dans laquelle les changements des longueurs de vibrations ne sont pas aussi visibles que dans la ligne F) ne coïncidait avec la ligne d'absorption que sur un arc de quelques secondes.

» Dix minutes après, l'épaisseur de la ligne vers la droite était, pour moi, le seul indice de mouvement. Dix minutes après, les lignes claire et sombre coïncidaient; et peu après, ce mouvement se produisit vers le rouge. «

» J'ai fait observer à la Société Royale, il y a plus d'un an, que les plus grandes proéminences, vues à un moment donné, ne sont pas nécessairement celles qui présentent l'activité la plus intense ou le changement le plus rapide. D'après les observations faites ce jour-là et les suivants, je crois qu'on peut diviser les proéminences en deux classes :

» 1° Celles où une grande activité se produit, par l'injection des vapeurs inférieures. Celles-ci, dans la plupart des cas, ne sont pas hautes, elles ne durent que peu de temps : ce sont des pulsations; elles sont souvent renouvelées, et se montrent moins fréquemment près des pôles du Soleil que près de l'équateur. Elles accompagnent souvent les taches, mais ne sont pas bornées à celles-ci. Ce sont les proéminences très-brillantes des photographies américaines.

» 2° Celles qui sont parfaitement tranquilles, autant qu'on en peut juger par les longueurs de vibrations. Elles sont souvent élevées, persistantes, et d'une clarté médiocre. Celles-ci n'accompagnent pas, en général, les taches. Ce sont celles qu'on trouve dans le rayonnement et les proéminences pâles des photographies américaines.

» Je reviens à mes observations de la tache. Le 16, la dernière des nombreuses ombres était tout près du limbe, et il se produisait de temps à autre la plus violente action. Je travaillais sur la ligne C, et je n'avais certainement jamais vu d'aussi rapides changements dans les longueurs de vibrations. Ce mouvement était principalement horizontal, ou à peu près, et c'est probablement pour cette raison que, malgré la grande activité, les proémiences, dont trois ou quatre étaient exclues, ne s'élevaient jamais très-haut.

» J'ajoute quelques dessins exécutés, à ma demande, par un artiste, M. Holyday, qui se trouvait chez moi, et qui n'avait jamais vu mon instrument, ni le spectre solaire à un si grand écartement. Ils sont d'une haute importance, en ce qu'ils reproduisent les observations impartiales d'un œil habile et exercé.

» Les phénomènes étaient parfois extraordinaires et nouveaux pour moi. L'hydrogène jaillissait rapidement, scintillant dans sa course et tout d'un coup, ici et là; la ligne lumineuse, large et mal déterminée, était percée en quelque sorte par une lumière d'un éclat intense, parallèle à la longueur du spectre, et, de temps à autre, le spectre de proéminence était formé tout entier de lignes lumineuses ainsi arrangées, indiquant que la proéminence elle-même était formée par des émissions distinctes, projetées de la

région voisine du limbe avec une vitesse qui s'élevait quelquefois à 100 milles par seconde. Quand cela eut duré quelque temps, la proéminence monta, et l'action cyclonique devint évidente; car loin du Soleil, ainsi que le montre mon esquisse, les masses détachées cheminaient en s'éloignant de l'œil; puis, par degrés, il se forma un fond d'hydrogène moins lumineux, se mouvant à différentes vitesses, et sur ce fond apparurent les bombes détachées (je travaillais avec un spectre vertical) semblables à des pendants d'oreilles garnis de joyaux exquis. Bientôt, il devint évident que la région de la chromosphère, immédiatement derrière celle où s'élevaient les proéminences, était chassée en arrière avec une vitesse de près de 20 milles par seconde. Le recul était si local, qu'avec la petite échelle que j'ai été malheureusement forcé d'employer, les portions mobiles et rigides étaient comprises toutes deux dans l'épaisseur de la fente. Je vis les deux lignes d'absorption se déborder (*fig.* 12).

» Ces observations étaient très-importantes pour moi; car la rapidité de l'action me permit de réunir plusieurs phénomènes, avec chacun desquels je m'étais familiarisé séparément, et d'en apercevoir la signification d'ensemble. On peut les résumer comme il suit, et l'on verra qu'ils nous apprennent beaucoup sur la nature des proéminences.

» Quand l'air est parfaitement tranquille, dans le voisinage d'une grande tache, ou même en général dans une partie quelconque du disque, nous voyons les lignes d'absorption parcourant toute la largeur du spectre et traversant les lignes Frauenhofer; elles varient en intensité de teinte et en largeur, suivant qu'il se trouve un pore, une corrugation ou une tache sous la partie correspondante de la fente : un pore est, en fait, une tache. Çà et là, dans les parties les plus brillantes du spectre (là où un point lumineux de la facule est sous la fente), nous voyons tout d'un coup ce curieux phénomène : un losange de vive lumière (*fig.* 2-13). Je l'attribue à de l'hydrogène lumineux, sous une pression plus qu'ordinaire, et c'est là la raison de ces points d'une intense clarté, que l'on voit dans les rangées de facules, observées près du limbe.

» L'apparition de ce losange dans le spectroscope, qui indique une *diminution* de pression autour de la partie centrale, est le signal de quelques-uns des phénomènes suivants, souvent de tous.

» 1° Amincissement et variations curieuses dans la visibilité et l'épaisseur de la ligne d'absorption de l'hydrogène, qui fait l'objet de l'observation.

» 2° Apparition d'autres losanges dans la même région.

Fig. 1.

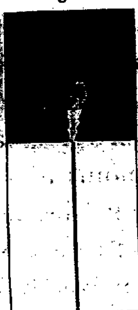


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.

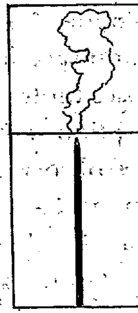


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

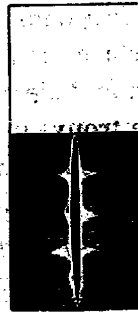


Fig. 12.



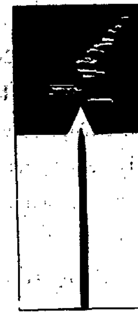
Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



» 3° Formation plus ou moins décidée d'une proéminence lumineuse sur le disque.

» 4° Si elle est rapprochée du limbe, cette proéminence peut le dépasser, et alors la forme de son mouvement sera plus facilement observée. En pareil cas le mouvement est, le plus souvent, cyclonique et rapide, et, autre caractère d'une tempête solaire, les vapeurs photosphériques étant déchirées par l'hydrogène intensément lumineux, le nombre des lignes lumineuses visibles déterminent la profondeur d'où procède le déchirement, et varient à peu près en raison directe du degré de mouvement indiqué.

» Nous voici donc, je crois, en possession de la chaîne qui relie les proéminences avec les points brillants du facule.

» Les apparitions en forme de losanges qui ont été observées tout près de la tache, le 16, étaient accompagnées par les pulsations d'éruption dont j'ai parlé plus haut. Pendant que M. Holyday resta auprès de moi, l'espace de deux heures, il y eut deux éruptions, séparées par un intervalle de repos presque complet : chacune consistant, comme je l'ai montré, dans une série de décharges. Je fus, plus tard, témoin d'une troisième éruption. Les phénomènes observés dans les trois étaient essentiellement identiques.

» Ce jour-là, j'étais si curieux d'étudier les différentes formes de mouvement que je n'employai pas la fente tangentielle. C'est ce que je fis le jour suivant (17 avril) dans la même région, des éruptions pareilles étant alors visibles, quoique la tache ne le fût plus.

» Jugez de ma surprise et de ma joie quand, parcourant le spectre, je trouvai DES CENTAINES DE LIGNES DE FRAUENHOFER, brillantes à la base de la proéminence !

» La complication du spectre chromosphérique atteignait son maximum dans les régions plus réfrangibles que C, depuis E jusque bien au delà de *b* et près de F, et la vapeur de fer à une haute pression était une des principales causes du phénomène.

» J'ai rapporté, dans le temps, à la Société Royale, que j'avais vu la chromosphère pleine de lignes, mais la plénitude d'alors était le vide à côté de l'observation dont je parle. Il serait difficile de fournir une preuve plus convaincante de la théorie de la constitution solaire avancée par le Dr Frankland et par moi-même. Non-seulement cette observation vient à l'appui de tous mes résultats précédents sur ce sujet, mais elle tend à montrer le peu de profondeur de la région dans laquelle se produisent les plus importants phénomènes solaires, en même temps que sa situation précise.

» L'aspect de la ligne F, avec une fente tangentielle à la base de la proé-

minence, comprenait deux de ces points brillants en forme de losanges dont j'ai parlé plus haut; ils étaient plus allongés que d'ordinaire, effet, je présume, de la pression (pression plus grande), entraînant une plus grande complication du spectre chromosphérique; cette complication est presque impossible à observer sur le disque.

» Il est digne de remarque que, dans une autreproéminence, du même côté du Soleil, quoique l'action fût grande, les matériaux projetés étaient simples; c'étaient seulement du sodium et du magnésium; et qu'un changement modéré des longueurs des vibrations dans ces vapeurs était manifeste. Outre ces observations du 17, je profitai aussi de la pureté de l'air pour examiner au télescope les deux taches sur le disque, que le spectroscope annonçait tranquilles quant aux mouvements de hausse et de baisse.

» J'aperçus parfaitement tous les dômes de nuages dans leur voisinage; je les vis s'étirer, par suite de courants horizontaux sans doute, dans les pénombres, tandis qu'on voyait ici et là, sur le fond des taches, de semblables masses de nuages détachées, dont la distribution changeait de temps en temps, le spectre de ces masses ressemblant à celui de leurs analogues sur la surface générale du Soleil.

» J'ai dit plus haut que la région d'une tache comprise par la pénombre paraît moins profonde dans les taches que j'ai observées ces derniers temps (nous touchons maintenant à la période du maximum des taches solaires); je dois ajouter que je pense avoir la preuve que la chromosphère est aussi moins profonde qu'en 1868.

» Je m'occupe actuellement d'observations sur ces deux points, d'où peuvent découler, à mon avis, bien des conclusions importantes.

EXPLICATION DES FIGURES.

Dessins et observations de M. HOLTDAY.

1. Proéminence fortement courbée.
2. Proéminence empiétant sur le limbe. Ligne brillante croisant la ligne noire.
3, 4. Ligne noire (F) courbée vers le bas, quelquefois touchant presque la ligne du fer en bas.
5. Proéminence presque séparée.
6. Renflement excessivement brillant au-dessus et au-dessous de la ligne F. L'interruption est très-complète.

7, 8. Courbure de proéminence très-marquée.
9, 10, 12, 14, 15. Mon propre dessin, fait pendant la première et la seconde éruption.
11. Losange sur le limbe, comme on le voit avec la fente tangentielle.
13. Losange comme on le voit sur le Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la comète nouvellement observée.* Lettre de **M. Winnecke** à M. Le Verrier.

« Karlsruhe, 9 juin 1870.

» La seule observation de la comète que j'aie pu faire, depuis ma dernière Lettre, est celle du 2 juin, à $13^h 44^m 30^s$ temps moyen de Karlsruhe :

$$\alpha * ☉ = 0^h 53^m 42^s,74, \quad \delta * ☉ = + 28° 6' 18'',4.$$

L'éclat de la comète s'était beaucoup accru.

» Ayant reçu de M. Argelander une observation du 5 juin, j'ai calculé sur les observations des 30 mai, 2 et 5 juin, l'orbite suivante :

1870, juillet 12,905, T. M. Berlin.

$$\pi = 302°.14'.53''$$
$$\Omega = 140.\ 3.45.\ \text{Éq. app. 2 juin.}$$
$$i = 57.19.17$$
$$\log q = 9,99579$$

Mouvement rétrograde.

Observation moyenne .... (C — O), $\Delta\lambda = 0''$, $\Delta\beta = + 2''$.

» L'éphéméride suivante est déduite de ces éléments :

12^h Berlin.	$\alpha * ☉$.	$\delta * ☉$.	$\log r$.	$\log \Delta$.
Mai 30	12°.30',7	+28°.53',8	0,0910	0,2078
Juin 3	13.42,7	27.51,0	0,0775	0,1779
7	15. 0,6	26.37,2	0,0643	0,1445
11	16.26,9	25. 8,9	0,0517	0,1070
15	18. 4,4	23.21,0	0,0398	0,0649
19	19.58,1	21. 6,6	0,0289	0,0173
23	22.14,9	18.14,4	0,0192	9,9632
27	25. 5,3	14.27,2	0,0109	9,9018
Juillet 1	28.46,5	9.16,1	0,0042	9,8328
5	33.45,7	+ 1.59,0	9,9994	9,7571

» Je vous prie de communiquer ces résultats à l'Académie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une certaine famille de courbes et de surfaces.* Note de **MM. F. Klein** et **S. Lie**, présentée par M. Chasles.

« Dans une Note que nous avons communiquée récemment à l'Académie, nous avons établi un théorème général concernant des courbes et des sur-

faces que nous avons appelées les *courbes* et les *surfaces* V. Aujourd'hui nous nous proposons de donner quelques détails, qui sont, il est vrai, des conséquences immédiates de nos considérations, mais qui serviront peut-être à les éclaircir davantage.

» Dans notre Communication précédente nous avons supposé un tétraèdre donné et nous avons défini ce que nous avons appelé les *correspondances* (*cogrédientes* ou *contragrédientes*) appartenant à ce tétraèdre. Nous ne considérons ici que le cas d'un tétraèdre proprement dit, et les correspondances qui coordonnent les points, les plans, les lignes droites.

» Ces correspondances contiennent un grand nombre de correspondances étudiées antérieurement; nous allons en donner une courte énumération :

» I. Une correspondance cogrédiente entre les points et les points, ou entre les plans et les plans, est une correspondance homographique, laissant invariable le tétraèdre donné.

» Une correspondance contragrédiente entre les points et les points fait correspondre à un plan une surface du troisième ordre avec quatre points doubles dans les sommets du tétraèdre.

» Par une correspondance contragrédiente entre les plans et les plans un point se change dans une surface Steinérienne, ayant les quatre faces du tétraèdre pour plans tangents doubles.

» Parmi les correspondances cogrédientes entre les points et les plans on retrouve d'une part la correspondance, étudiée par Plücker, sous le nom de *polarité par rapport à un tétraèdre*, d'autre part une correspondance, considérée par M. Cremona dans ses recherches sur les courbes du quatrième ordre avec un point de rebroussement (*Comptes rendus*, t. LIV). Dans le dernier cas, le plan passe toujours par son point correspondant.

» Une correspondance contragrédiente entre les points et les plans est équivalente à la polarité réciproque par rapport à une surface du deuxième degré, conjuguée au tétraèdre donné.

» Les correspondances cogrédientes ou contragrédientes entre les points ou les plans et des lignes droites font correspondre les points ou les plans aux droites d'un certain complexe du deuxième degré (1), engendré par une droite qui est transposée par toutes les transformations linéaires appartenant au tétraèdre donné. On peut définir ce complexe d'une autre ma-

(1) De là on peut tirer une théorie des congruences et des surfaces gauches appartenant au complexe.

nière en disant que ses lignes déterminent, avec les faces du tétraèdre, un rapport anharmonique donné.

» M. Reye a étudié ce complexe dans la seconde partie de sa *Géométrie de situation* (1868) (1). Il considère entre autres une correspondance entre les droites du complexe et les points, qu'il obtient en coordonnant à chaque point l'intersection de ses plans polaires par rapport à deux surfaces du deuxième degré. Cette correspondance est identique avec la correspondance contragrédiente entre les points et les droites.

» Parmi les correspondances cogrédientes, on doit remarquer le cas où la droite passe par le point correspondant. Une correspondance de cette sorte a été signalée par M. Chasles, dans ses *Recherches sur le mouvement infiniment petit d'un corps*. M. Chasles n'a eu à considérer qu'un cas spécial, qui, dans nos recherches, correspond à un tétraèdre dont deux faces coïncident.

» Enfin un cas particulier de la correspondance contragrédiente entre les plans et les droites a été considéré par MM. Chasles et Plücker : la correspondance entre les normales d'un système de surfaces du second degré homofocales et leurs plans tangents.

» 2. Revenons maintenant à notre théorème fondamental.

» Pour les éléments a, b, que l'on coordonne, on pourra choisir des points, des plans, des lignes droites en combinaison quelconque, et l'on pourra énoncer le théorème de manières différentes pour ces divers cas particuliers. Par exemple, que l'on considère la correspondance contragrédiente entre les points et les plans, on aura le théorème, que les courbes V et les surfaces V sont leurs propres polaires réciproques par rapport à chaque surface du second ordre, qui est conjuguée au tétraèdre donné et qui a un point et son plan tangent de commun avec elles.

» On peut déduire de notre théorème un grand nombre d'autres, à l'aide de la remarque suivante. Soit donnée une courbe V ou une surface V : une courbe ou une surface quelconque qui possède avec elle un rapport invariable par des transformations qui transforment la courbe ou la surface V en elle-même, se transformera par ces transformations dans une courbe ou une surface possédant le même rapport avec la courbe ou la surface V.

---

(1) Nous ajoutons que ce complexe a été rencontré déjà antérieurement par plusieurs géomètres, et surtout par M. Chasles, qui, dans son *Aperçu historique*, a appelé expressément l'attention des géomètres sur cet assemblage de droites.

» Nous allons énoncer quelques théorèmes que l'on obtient de cette manière.

» 3. Une courbe V ne possède de singularités que dans des sommets du tétraèdre.

» Toutes les courbes covariantes d'une courbe V, par exemple les courbes doubles de leurs surfaces développables, sont des courbes V du même système.

» Les courbes V d'un même système ne se coupent que dans des sommets du tétraèdre.

» Le point de contact d'une tangente d'une courbe V et ses points d'intersection avec les quatre faces du tétraèdre ont un rapport anharmonique constant.

» Ce rapport ne dépend que du système auquel la courbe appartient.

» Le plan osculateur d'une courbe V et les plans passant par la tangente et les quatre sommets du tétraèdre ont le même rapport anharmonique constant.

» Quand on détermine, sur toutes les génératrices d'une surface développable appartenant à une courbe V, le point ayant un rapport anharmonique constant avec les points de rencontre de la droite et les faces du tétraèdre, ce point se trouve sur une courbe V du même système.

» Dans les quatre derniers théorèmes on peut remplacer le tétraèdre par une surface V quelconque contenant des courbes V du système de la courbe donnée.

» Les plans osculateurs d'une courbe V dans ses n points d'intersection avec un plan quelconque rencontrent la courbe en $n(n-3)$ points, situés à n sur $(n-3)$ plans.

» Les courbes V qui se trouvent sur une surface du deuxième degré contenant quatre arêtes du tétraèdre appartiennent à un complexe du premier degré contenant les mêmes arêtes, et réciproquement.

» Une surface V ne contient de singularités que dans des arêtes du tétraèdre.

» Toutes les surfaces covariantes d'une surface V sont des surfaces V du même système.

» L'intersection des deux surfaces V consiste dans des courbes V d'un même système.

» Les surfaces V d'un même système ne se coupent que dans des arêtes du tétraèdre donné.

» Les lignes asymptotiques d'une surface V sont des courbes V. Elles appartiennent à deux systèmes différents.

» Les courbes V touchant une courbe dont toutes les tangentes coupent les faces du tétraèdre en quatre points ayant un rapport anharmonique donné sont des lignes asymptotiques de la surface engendrée par elles.

» Les surfaces développables de toutes les courbes V d'un même système tracées sur une surface V enveloppent une autre surface V, en la touchant suivant des courbes du même système.

» L'ordre et la classe de la congruence formée par les tangentes de ces courbes sont les mêmes; ils s'accordent avec l'ordre et la classe de la surface V. »

HYDRO-DYNAMIQUE. — *Essai sur la théorie de l'écoulement d'un liquide par un orifice en mince paroi* (suite). Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans mon article du 31 janvier, consacré à l'étude des cas où l'orifice est une fente rectiligne indéfinie de largeur constante $2b$ et un cercle de rayon R, j'ai montré qu'on est conduit aux formules

$$(12) \quad f(y) = \frac{3\pi}{2}\sqrt{2gh}\frac{y^2}{b^2}\left(1-\frac{y^2}{b^2}\right), \quad f(r^2) = \frac{1575\pi}{628}\sqrt{2gh}\frac{r^4}{R^4}\left(1-\frac{r^2}{R^2}\right),$$

pour exprimer, à une première approximation, la composante, normale au plan de l'orifice, de la vitesse qui se produit dans ce plan à la distance y de l'axe de la fente ou à la distance r du centre du cercle. Les valeurs qui en résultent pour le coefficient de la dépense sont : 1° lors d'un orifice rectiligne, 0,6283, nombre qui dépasse peu la moyenne des valeurs obtenues expérimentalement par M. Lesbros dans des conditions voisines de celles que je suppose; 2° quand l'orifice est circulaire, 0,6566, valeur dont l'excès sur celle qu'on admet d'ordinaire (0,62) peut être attribuée aux frottements. Ceux-ci doivent alors produire des effets plus grands que dans le premier cas; car ils s'exercent dans tous les sens autour du centre de l'ouverture. Cette influence des frottements paraît moins grande dans les gaz qui s'écoulent par des orifices en mince paroi sous d'assez petites pressions, bien qu'avec des vitesses relativement considérables dues à leurs faibles masses : en effet, le coefficient de la dépense a été trouvé par d'Aubuisson, dans ces écoulements, égal à 0,65 : or, on ne doit pas regarder comme fortuite la coïncidence de ce nombre avec le coefficient théorique

0,6566; car, les variations de pression et de densité produites chez les gaz qui s'écoulent étant très-faibles par rapport aux variations correspondantes de vitesse, on peut sensiblement leur appliquer la relation $\Delta_2 \varphi = 0$, exprimant l'incompressibilité, et par conséquent la théorie actuelle, à cela près que $\sqrt{2gh}$ doit être remplacé par la vraie vitesse du gaz aux bords de l'orifice.

» Ainsi, les formules (12) doivent donner avec une exactitude suffisante la dépense qu'on obtiendrait si les frottements n'existaient pas, ou plutôt s'ils avaient pour unique effet de produire dans toute la masse fluide la continuité supposée des mouvements, en empêchant deux molécules très-voisines d'avoir des vitesses sensiblement différentes, mais sans gêner l'action de la pression hydrostatique. Toutefois, ces formules ont l'inconvénient de donner aux fonctions f, pour $y = b\sqrt{\frac{1}{2}}$, ou pour $r = R\sqrt{\frac{2}{3}}$, des valeurs égales environ à $1,17\sqrt{2gh}$, et par suite, d'après le principe de D. Bernoulli, des pressions inférieures à celle de l'atmosphère; ce qui n'est guère admissible. Proposons-nous de les compléter par d'autres termes, tels : 1° que la dépense n'en soit pas changée; 2° que la vitesse, pour $y = b$ ou $r = R$, soit toujours $\sqrt{2gh}$; 3° enfin, que la vitesse normale f, paire en y ou en r et nulle pour $y = 0$ ou $r = 0$, croisse d'abord avec y ou r croissants, atteigne un maximum un peu inférieur à $\sqrt{2gh}$, et décroisse ensuite pour s'annuler lorsque $y = b$ ou $r = R$. Si l'on prend les trois termes les plus simples dans ces conditions, avec des coefficients m, k, k', ou m_1, k_1, k'_1, il viendra, au lieu de (12),

$$(13)\quad \begin{cases} \text{soit } f(y) = \dfrac{3\pi}{2}\sqrt{2gh}\left[1 + m\left(1 - k\dfrac{y^2}{b^2} + k'\dfrac{y^4}{b^4}\right)\right]\dfrac{y^2}{b^2}\left(1 - \dfrac{y^2}{b^2}\right), \\ \text{soit } f(r^2) = \dfrac{1575\pi}{628}\sqrt{2gh}\left[\dfrac{r^2}{R^2} + m_1\left(1 - k_1\dfrac{r^2}{R^2} + k'_1\dfrac{r^4}{R^4}\right)\right]\dfrac{r^2}{R^2}\left(1 - \dfrac{r^2}{R^2}\right). \end{cases}$$

» En exprimant que la depense est la même que pour m et m_1 nuls, on obtient entre k et k', ou entre k_1 et k'_1, une équation du premier degré. D'autre part, la seconde relation (5) donne, pour la vitesse au bord d'un orifice rectiligne,

$$(14)\quad \sqrt{2gh} = \frac{1}{\pi}\int_0^{2b}\frac{f(b-\eta')}{\eta'}\,d\eta' = \frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1}\frac{f(-bs)}{1+s}\,ds = \frac{2}{\pi}\int_0^{1}\frac{f(bs)}{1-s^2}\,ds.$$

» Lorsque l'orifice est circulaire, cette équation est remplacée par (9), dont la méthode indiquée à la note de l'article du 31 janvier facilite beaucoup le calcul. Si l'on effectue les intégrations, il vient en k et k', ou en k_1

et k'_1, une autre équation du premier degré, qui, avec la précédente, donne

$$(15)\quad \begin{cases} k = \frac{14}{3} = 4,667, & k' = \frac{21}{5} = 4,2; \\ k_1 = \frac{2885}{718} = 4,018, & k'_1 = \frac{1}{3}(5k_1 - 10) = 3,363. \end{cases}$$

» Enfin, m et m_1 doivent être pris peu inférieurs à 1, sans quoi les valeurs maximums des fonctions f, et même leurs valeurs pour $y^2 = \frac{1}{2}b^2$, $r^2 = \frac{2}{3}R^2$, ne seraient pas plus petites que $\sqrt{2gh}$. Je me suis assuré par quelques tâtonnements qu'il convient de faire à peu près $m=1$ et $m_1=0,8$. Si l'on désigne par $\psi(q)$ et $\chi(q)$ ce que deviennent respectivement les seconds membres de (13) lorsqu'on y fait $m=1$, $m_1=0,8$, et qu'on appelle q, soit le quotient de y^2 par b^2, soit celui de r^2 par R^2, on verra que la dérivée $\psi'(q)$, >0 pour $q=0$, décroît ensuite lorsque q grandit, s'annule pour $q=0,273$, continue à décroître, devient minimum pour $q=0,409$, puis grandit un peu, tout en restant négative, jusqu'à $q=0,646$, et ne cesse ensuite de décroître jusqu'à $q=1$; $\chi'(q)$, >0 pour $q=0$, décroît jusqu'à $q=0,311$, sans cesser d'être positive, puis croît lentement jusqu'à $q=0,601$, et décroît ensuite jusqu'à $q=1$, en s'annulant pour $q=0,756$. Ainsi les fonctions $f(y)$ ou $f(r^2)$ grandissent d'abord, et puis diminuent, lorsque y ou r croissent de zéro à b ou à R : leurs maximums, égaux environ à $0,97\sqrt{2gh}$, ont lieu pour $y=0,52b$ et pour $r=0,87R$. Si l'on voulait que ces maximums fussent plus faibles, il faudrait prendre m et m_1 plus grands que 1 ou 0,8; mais alors $\psi'(q)$ et $\chi'(q)$ s'annuleraient trois fois entre $q=0$ et $q=1$, et les fonctions f, croissant et décroissant deux fois entre les mêmes limites, varieraient un peu moins simplement.

» Navier est arrivé à un coefficient (0,637) de la dépense très-voisin du vrai, en supposant tous les filets liquides animés, à l'orifice, de la même vitesse $\sqrt{2gh}$, mais diversement inclinés, de manière à donner

$$(16)\qquad f(y) = \sqrt{2gh}\cos\frac{\pi}{2}\frac{y}{b},\quad f(r^2) = \sqrt{2gh}\cos\frac{\pi}{2}\frac{r^2}{R^2}.$$

» Les valeurs que prennent, avec ces expressions de f, les seconds membres de (14) et de (9), s'obtiendront en développant un sinus en série et en intégrant l'expression correspondante à chaque terme du développement; pour la relation (9), ces intégrations se feront au moyen de formules analogues à celles de la Note déjà citée (article du 31 janvier),

mais plus simples, et qu'on établira de la même manière. On trouve ainsi que les seconds membres de (14) et de (9) valent environ $0,59\sqrt{2gh}$ et $0,57\sqrt{2gh}$, au lieu de $\sqrt{2gh}$ (*). *L'hypothèse de Navier est donc inadmissible*, et il faut s'en tenir à ce principe (article du 3 janvier), que la vitesse est sensiblement nulle au centre des orifices. Ce principe, dont la preuve expérimentale, rapportée dans les *Recherches hydrauliques de MM. Poncelet et Lesbros* (p. 401), consiste à plonger de haut en bas un tube de petite section jusqu'au centre de l'orifice, et même un peu au delà dans la veine, et à observer que le liquide s'élève à peu près dans ce tube comme dans le vase, est admis au tome I du *Cours de Physique* de M. Jamin (p. 326), comme seul d'accord avec les faits. La raison que j'ai essayé d'en donner à l'article du 3 janvier revient à dire qu'au premier instant de l'écoulement, les molécules fluides du bord de l'orifice sont aussi fortement pressées vers le dehors que les molécules du centre, et doivent acquérir des vitesses nor-

---

(*) On trouve :

1° Pour le second membre de (14),

$$\frac{\sqrt{2gh}}{\pi}\int_0^2 \sin\frac{\pi}{2}s\,\frac{ds}{s} = \sqrt{2gh}\left[1 - \frac{1}{3^2}\frac{\pi^2}{1.2} + \frac{1}{5^2}\frac{\pi^4}{1.2.3.4} - \ldots\right];$$

2° Pour celui de (9),

$$\frac{\sqrt{2gh}}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos\omega\,d\omega\int_0^{2\cos\omega}\sin\frac{\pi}{2}(2s\cos\omega - s^2)\frac{ds}{s},$$

qui devient aisément

$$\sqrt{2gh}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^2\omega\,d\omega\left[\frac{1}{2}B_0 - \frac{\pi^2}{2.4.6}B_2 + \frac{\pi^4}{2.4\ldots10}B_4 - \ldots\right],$$

où

$$B_n = \int_0^{2\cos\omega}(2s\cos\omega - s^2)\,ds.$$

Or une intégration par parties, suivie de quelques transformations faciles, donne

$$B_n = \frac{2n}{2n+1}\cos^2\omega\,B_{n-1},$$

d'où l'on déduira $B_1, B_2, \ldots$, à partir de B_0. En achevant les intégrations, on trouve pour le second membre de (9)

$$2\sqrt{2gh}\left[\frac{1}{3} - \frac{2.4}{(3.5)^2}\frac{\pi^2}{7} + \frac{2.4.6.8}{(3.5.7.9)^2}\frac{\pi^4}{11} - \ldots\right].$$

males comparables à celles de ces dernières; mais les formules établies au même article montrent qu'alors la vitesse totale est, sur les bords, infinie par rapport aux valeurs qu'elle a aux autres points : les filets qui en partent auront donc envahi tout l'orifice avant que les molécules du centre aient pu acquérir des vitesses appréciables. Ces filets se recourberont en chemin sous la pression du fluide plus central, et donneront ainsi naissance à la contraction de la veine, et, par suite, à des forces centrifuges qui maintiendront presque immobiles les molécules du centre de l'orifice. »

THERMO-DYNAMIQUE. — *Sur l'équivalent mécanique de la chaleur*. Note de **M. J. Violle**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Je me suis proposé de déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur par la mesure du phénomène thermique qui se produit lorsqu'on fait agir un aimant sur un corps conducteur en mouvement.

» L'appareil dont je me suis servi est l'appareil de Foucault, modifié de façon à se prêter à des expériences de mesure. Un disque de cuivre rouge, de $0^{m},078$ de diamètre, $0^{m},008$ d'épaisseur et pesant $291^{gr},202$, pouvait tourner entre les deux surfaces polaires d'un électro-aimant animé par le courant de douze éléments de Bunsen. Ce disque était porté par un axe en acier mobile entre deux pointes également en acier, et, par l'intermédiaire d'un système d'engrenages, on pouvait lui communiquer une vitesse qui a varié de 611,2 à 4736,8 tours à la minute. Le disque était isolé de l'axe par une pièce en caoutchouc durci invariablement fixé sur l'axe; mais on pouvait séparer facilement le disque en tirant un petit verrou qui, pendant la rotation, reliait solidement le disque à la pièce en caoutchouc. La rotation se faisait à la main à l'aide d'une manivelle à laquelle on s'est efforcé de donner un mouvement régulier; un chronomètre, marquant le quart de seconde, mesurait la durée de l'expérience. Quand on avait fait tourner le disque pendant un temps convenable, on l'enlevait rapidement, on le séparait de l'axe et on le plongeait dans un calorimètre contenant 150 grammes d'eau; on agitait soigneusement, et au moyen d'un thermomètre mesurant le 200e de degré, on observait la température stationnaire du mélange. On avait d'ailleurs pris soin de mesurer exactement la température initiale de l'eau et la température initiale du disque; cette dernière était indiquée par un thermomètre plongeant dans un bain liquide dont on ne retirait le disque qu'au moment même d'opérer. Ce bain liquide était le plus habi-

tuellement à la température même de l'eau du calorimètre, de sorte que la température initiale du disque était, en général, la même que celle du liquide calorimétrique. Le tableau suivant résume les expériences faites dans ces conditions :

Nombre de tours de la manivelle en une minute.	Nombre de tours du disque en une minute.	Durée de l'expérience.	Échauffement observé.
		m	°
4	611,2	15	0,440
		30	0,610
8	1224,2	7,5	0,880
		15	1,220
12	1833,6	5	1,330
		10	1,845
		15	2,040
26	3972,8	4	4,065
		8	4,600
31	4736,8	2	3,490

» Pendant toutes ces expériences, l'intensité du courant qui animait l'électro-aimant a été maintenue constante au moyen d'un rhéostat servant à atténuer, chaque fois que cela était nécessaire, les variations qui tendaient à se produire. L'intensité était mesurée au moyen d'un galvanomètre à réflexion de Weber sur le barreau duquel agissait une spirale plate placée à distance et traversée par le courant : l'action de cette spirale produisait une déviation de 225 divisions, déviation qu'il était facile de maintenir constante à $\frac{1}{2}$ division près.

» Le refroidissement du disque pendant la rotation a pu être déterminé par la comparaison des expériences se rapportant à une même vitesse : en supposant que le refroidissement s'effectue à chaque instant suivant la loi de Newton et en supposant, en outre, qu'il est proportionnel à la vitesse de la rotation, on trouve, pour le coefficient de refroidissement, les nombres suivants :

Nombre de tours de la manivelle....	4	8	12	26
Coefficient de refroidissement.....	0,01475	0,01475	0,01472	0,01476
			0,01477	

Et, par suite, les températures stationnaires que l'on eût observées si le disque n'avait rien perdu seraient

Nombre de tours de la manivelle.......	4	8	12	26	31
Échauffement.....................	0°,635	1°,269	1°,916	7°,185	5°,086

le dernier nombre étant calculé à l'aide du coefficient moyen 0,01475.

» Si l'on rapporte ces échauffements à un même laps de temps, quinze minutes par exemple, on a les nombres

$0°,635 \quad 2°,538 \quad 5°,748 \quad 26°,944 \quad 38°,145$

qui sont très-sensiblement proportionnels aux carrés des vitesses de rotation; le coefficient de proportionnalité est, en effet,

25,197 25,208 25,052 25,089 25,194 Moyenne : 25,152

» Servons-nous de ce coefficient moyen pour calculer l'échauffement correspondant à 4 tours de la manivelle : on trouve 0,11637 unité de chaleur, la masse en eau de tout l'appareil étant $0^{kg},182971$.

» Pour tirer de cette déterminatiou une mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur, il fallait évaluer le travail nécessaire pour faire tourner le disque avec la même vitesse, 4 tours de la manivelle par minute.

» Une série d'expériences a donc été faite dans le but de mesurer ce travail : pour cela, on produisait la rotation du disque, toujours soumis à l'action de l'électro-aimant, au moyen d'un poids agissant directement sur un fil de soie très-fin, enroulé sur l'axe même du disque, et lorsque le disque avait pris un mouvement uniforme, on mesurait le temps nécessaire pour qu'une même longueur de fil, $1^{m},4645$, se déroulât sous diverses charges; on a trouvé les nombres suivants :

Charges............	$11^{gr},75$	41,35	91,25	191,10	489,00
Durées............	$102^{s},5$	29,00	13,25	6,25	2,47

» Les nombres inscrits à la première ligne de ce tableau représentent les charges, corrigées chacune du poids qui était nécessaire pour donner la même vitesse à l'axe seul, le disque étant enlevé et le courant animant toujours l'électro-aimant. Si l'on fait le produit de la charge par la durée de la chute pour chaque expérience, on a un nombre constant :

1204,37 1199,15 1209,06 1194,37 1207,83 Moyenne : 1202,96

Et si, au moyen du nombre ainsi déterminé, 1202,96, on calcule le travail nécessaire pour faire tourner le disque pendant 15 tours avec la vitesse correspondant à la troisième expérience, laquelle est $547^{t},20$ à la minute, on trouve $70^{kgm},5848$. Mais le travail nécessaire pour maintenir une vitesse déterminée du disque est, d'après les expériences mêmes, proportionnel au carré de cette vitesse : le travail nécessaire pour maintenir une vitesse de rotation de $611^{t},2$ à la minute est donc $50^{kg},640$.

» Si l'on rapproche ce nombre de celui que j'ai donné plus haut pour la chaleur développée dans les mêmes conditions, il en résulte, pour l'équivalent mécanique de la chaleur : 435,2.

» Je poursuis actuellement ces recherches, et, dans une prochaine Note, j'exposerai les résultats que j'ai obtenus dans les nouvelles conditions où je me suis placé. »

CHIMIE. — *Expériences sur l'électrolisation de l'air ou de l'oxygène, comme moyen de production de l'ozone; par* **M. A. HOUZEAU.** (Extrait.)

« De quatre cents dosages d'ozone, je conclus que, sous l'influence de l'étincelle de l'appareil de Ruhmkorff :

» I. La production de l'ozone est plus grande dans l'air renouvelé que dans l'air confiné.

» II. Elle est plus grande au pôle négatif qu'au pôle positif.

» III. La production de l'ozone n'augmente que jusqu'à un certain point avec la durée de l'électrolisation.

» IV. L'ozone augmente avec l'intensité électrique.

» V. L'ozone diminue quand la distance qui sépare les électrodes augmente.

» VI. La production de l'ozone varie avec la longueur ou la surface des électrodes.

» VII. Toutes choses étant égales, la production de l'ozone est plus grande en utilisant l'effet des deux électrodes.

» VIII. La production de l'ozone se manifeste également hors du contact direct de l'air avec les électrodes métalliques, quand ces dernières sont chacune entourées dans toute leur longueur d'un tube de verre mince jouant le rôle de fourreau isolant, que les extrémités de ce tube soient ou ne soient pas fermées.

» IX. Toutefois, la production de l'ozone résultant du passage de l'air sur les électrodes métalliques nues (contact direct avec les fils de platine) est plus grande que celle qui provient du passage de l'air autour des mêmes électrodes fourrées et fermées (absence de contact direct de l'air avec les électrodes métalliques nues).

» X. Avec les électrodes fourrées fermées, la production de l'ozone varie également avec la longueur ou la surface des électrodes métalliques.

» XI. La production de l'ozone augmente considérablement avec l'abaissement de la température à laquelle s'effectue l'électrolisation de l'air.

» XII. Toutes les conditions étant égales, la quantité d'ozone produite avec un volume déterminé d'oxygène est toujours bien plus considérable (environ huit à dix fois) que celle fournie par le même volume d'air.

» XIII. L'ozone produit par l'électrolisation obscure de l'air est accompagné de petites quantités de composés nitreux, tandis que celui qui est fourni par l'oxygène pur, dans les mêmes conditions, n'en renferme pas de traces. (Opinion de M. Cahours, confirmée par l'expérience.)

» Après avoir reconnu par ces études préliminaires les conditions les plus favorables dans lesquelles il faut se placer pour obtenir le plus d'ozone possible avec une étincelle électrique donnée, j'ai pu établir d'une manière rationnelle un nouvel appareil que je désigne sous le nom d'*ozoniseur* et à l'aide duquel on prépare à l'instant même, sans autres matières premières que l'air ou l'oxygène, des quantités d'ozone demeurées inconnues jusqu'ici.

» On s'en fera une idée quaud on se rappellera que les auteurs qui, au Conservatoire des Arts et Métiers, se sont servis du condensateur de Bens, lui ont fait rendre en moyenne $21^{mg},4$ d'ozone, pour 10 litres d'oxygène, avec une étincelle de *vingt-trois centimètres* dans l'air, tandis qu'avec mon ozoniseur, on peut faire produire, à une intensité électrique dix ou vingt fois plus faible, une proportion d'ozone soixante-dix fois plus grande pour le même volume d'oxygène.

» En terminant, qu'il me soit permis de signaler à l'Académie le concours plein de zèle que m'ont prêté, dans ces longues et délicates recherches, deux de mes aides, MM. Albert François et Eugène Hermite. »

CHIMIE. — *Recherches sur le platine.* — Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

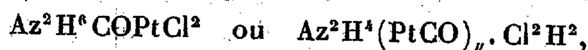
« Les deux composés $COPtCl^2$, *chloro-platinite de carbonyle*, et $C^2O^2PtCl^2$, *chloro-platinite de dicarbonyle*, décrits dans la Note que j'ai eu l'honneur de soumettre précédemment à l'Académie des Sciences peuvent être considérés comme les chlorures de deux radicaux composés diatomiques $(CO,Pt)_{''}$ *platoso-carbonyle* et $\left(\begin{smallmatrix}CO\\CO\end{smallmatrix}\!>\!Pt\right)_{''}$ *platoso-dicarbonyle.* J'ai entrepris une série d'expériences en vue de vérifier cette manière d'envisager la constitution de ces produits.

» *Action de l'ammoniaque.* — Lorsqu'on dirige un courant d'ammoniaque sèche sur l'un ou l'autre de ces deux corps, à la température ordinaire, il

y a réaction évidente, vu que leur surface prend une teinte plus claire; mais l'action n'est que superficielle et incomplète. En chauffant, au contraire, au point de fusion de la matière, on voit intervenir une réaction vive, avec mise en liberté de platine et formation de chlorhydrate d'ammoniaque. Pour arriver à des résultats plus nets, j'ai saturé par de l'ammoniaque sèche une solution de chloro-platinite de carbonyle dans le perchlorure de carbone.

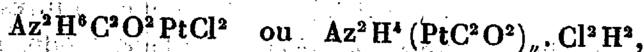
» Il se précipite, dans ce cas, d'abondants flocons jaune-clair, tandis que la solution se décolore.

» Obtenu avec $COPtCl^2$, le nouveau composé a donné pour le carbone, l'hydrogène, l'azote et le platine des nombres qui se rapportent à la formule



$$Az^2H^6COPtCl^2 \quad \text{ou} \quad Az^2H^4(PtCO)_{''}.Cl^2H^2,$$

dichlorhydrate de platoso-carbonyle-diamine. Avec le chloro-platinite de dicarbonyle ($C^2O^2PtCl^2$); les nombres trouvés conduisent à la formule



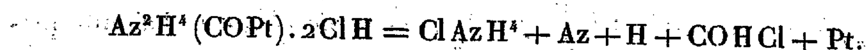
$$Az^2H^6C^2O^2PtCl^2 \quad \text{ou} \quad Az^2H^4(PtC^2O^2)_{''}.Cl^2H^2,$$

dichlorhydrate de platoso-dicarbonyle-diamine.

» Sous l'influence de la chaleur ces composés entrent en fusion et se détruisent en laissant un résidu de platine et en fournissant du sel ammoniac, de l'azote, de l'hydrogène, ainsi qu'un liquide volatil à odeur forte et piquante, qui, traité par l'eau, fournit de l'acide chlorhydrique et de l'acide formique, ou tout au moins un acide volatil réduisant les sels d'argent et de mercure. Ce liquide volatil pourrait être du chlorure de formyle $COH.Cl$.

» Jusqu'à présent, je n'ai pu m'en procurer assez pour vérifier sa composition par l'analyse. Le rendement en chlorure de formyle est faible, et souvent l'oxyde de carbone et l'acide chlorhydrique libres apparaissent seuls parmi les produits gazeux de décomposition des diamines platoso-carboniques.

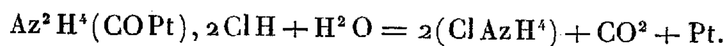
» On a, en effet,



$$Az^2H^4(COPt).2ClH = ClAzH^4 + Az + H + COHCl + Pt.$$

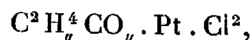
» Suivant la manière de chauffer, on obtient $CO + ClH$ ou un mélange de ces deux gaz et de chlorure de formyle. L'eau décompose le chlorhydrate de platoso-carbonyle, en donnant un précipité noir de platine, du sel am-

moniacal et de l'acide carbonique :



$$Az^2H^4(COPt), 2ClH + H^2O = 2(ClAzH^4) + CO^2 + Pt.$$

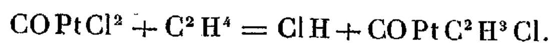
» *Action de l'éthylène sur le chloroplatinite de carbonyle.* — Si l'on dirige de l'éthylène sec sur le chloro-platinite de carbonyle chauffé vers 95 degrés, le gaz est absorbé et le produit fond en un liquide jaune qui se fige par le refroidissement. Il se forme un composé qui répond probablement à la formule



$$C^2H^4_{''}CO_{''}.Pt.Cl^2,$$

chloro-platinite d'éthylène carbonyle et qui représente l'analogue du chloro-platinite de dicarbonyle avec substitution de $C^2H^4_{''}$ à $CO_{''}$.

» Pour peu que l'on dépasse 95 degrés, on voit se dégager de l'acide chlorhydrique, et il reste, lorsque l'action est terminée, un produit, foncé en couleur, insoluble dans l'eau, qui ne se décompose pas, qui a donné des nombres répondant exactement à la formule $C^2H^3.ClPtCO$. On a donc

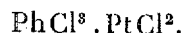


$$COPtCl^2 + C^2H^4 = ClH + COPtC^2H^3Cl.$$

» Le platine tétratomique serait saturé d'une part par $CO_{''}$, et de l'autre par C^2H^3Cl (éthylène chloré).

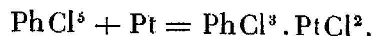
» *Action du protochlorure de phosphore sur le sous-chlorure de platine et du perchlorure de phosphore sur le platine.* — Le protochlorure de phosphore $(PhCl^3)_{''}$ se comporte vis-à-vis du sous-chlorure de platine $(PtCl^2)_{''}$ comme l'oxyde de carbone. Il s'y unit facilement. En chassant l'excès de protochlorure de phosphore par un courant d'air sec, et en terminant la dessiccation à 250 degrés dans un courant d'air, il reste un produit solide, jaune-rougeâtre, difficilement volatil, *non fumant* à l'air, mais très-déliquescent, fusible, vers 200 degrés, en un liquide rouge foncé, soluble à chaud dans le protochlorure de phosphore, d'où il cristallise par refroidissement en grains jaunes.

» Les dosages de platine, de chlore et de phosphore ont donné des nombres qui se rapportent exactement à la formule



$$PhCl^3.PtCl^2.$$

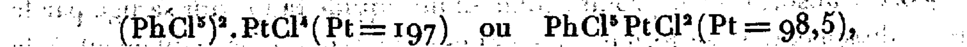
» On obtient le *même corps* en chauffant un atome de platine (197) avec 1 molécule de perchlorure de phosphore. On a, en effet,



$$PhCl^5 + Pt = PhCl^3.PtCl^2.$$

» La réaction a lieu sans dégagement sensible de protochlorure de phosphore. Il se forme aussi par l'action à froid de $PhCl^3$ sur le chlorure de platoso-carbonyle; dans ce cas il se dégage CO.

» Le composé signalé par M. E. Baudrimont, obtenu à peu près dans les mêmes conditions et auquel il attribue la formule



$$(PhCl^5)^2.PtCl^4 (Pt = 197) \quad \text{ou} \quad PhCl^5 PtCl^2 (Pt = 98,5),$$

fume fortement à l'air et a donné 26 pour 100 de platine, tandis que le corps dont j'ai donné la description ne fume pas à l'air et a donné 49 pour 100 de platine.

» D'après M. Baudrimont, le composé $(PhCl^5)PtCl^4$ se décompose par l'eau en acide phosphorique, chlorhydrique et en bichlorure de platine.

» Le composé $PhCl^3.PtCl^2$ se dissout bien en jaune dans l'eau avec production d'acide chlorhydrique, mais on ne peut précipiter par le nitrate d'argent que les $\frac{3}{5}$ du chlore de la substance dissoute, et la coloration jaune du liquide est due non à la présence de bichlorure de platine, mais d'un acide complexe $Ph(HO)^3.PtCl^2$, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Note.

» Il est évident, d'après les différences considérables signalées plus haut, que le composé décrit par M. E. Baudrimont est distinct du mien, d'autant plus que, dans la réaction génératrice, ce chimiste, placé probablement dans d'autres conditions que moi, a observé la mise en liberté de quantités notables de protochlorure de phosphore, d'après l'équation



$$Pt + 4PhCl^5 = 2(PhCl^5)^2 PtCl^4 + 2(PhCl^3).$$

» J'ai été secondé dans ces expériences par un de mes élèves, M. Tommasi. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la tribromhydrine; par* **M. Louis Henry** (1).

« Dans une Notice insérée, il y a peu de temps, dans les *Comptes rendus* (2), j'ai fait voir que l'isomérie, admise jusqu'ici, de la tribromhydrine $(C^3H^5)Br^3$ avec le tribromure d'allyle n'existe pas, qu'en réalité ces deux produits sont identiques, ou, pour parler d'une manière plus précise,

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) Séance du 21 mars 1870.

que la tribromhydrine possède les mêmes propriétés que le tribromure d'allyle décrit par M. Wurtz (1).

» Je crois devoir revenir sur ce point, à la suite des observations dont ma Notice a été l'objet de la part de M. Berthelot (2).

» Qu'il me soit permis d'abord de faire connaître succinctement les raisons *théoriques* qui, avant toute recherche expérimentale, m'avaient fait mettre en doute l'isomérie des deux produits en question.

» D'après M. Berthelot (3), *la tribromhydrine serait un corps liquide bouillant vers 180 degrés;* or, d'après l'analogie, les propriétés de ce corps doivent être celles, ou à peu près celles, qu'assigne M. Wurtz au tribromure d'allyle. Ce doit être un corps solide fort fusible, ou un liquide aisément solidifiable, bouillant vers 215-220 degrés.

» *a*). *État physique*. — Le bibromure d'éthylène $(C^2H^4)Br^2$ et la tribromhydrine $(C^3H^5)Br^3$ sont des corps en tous points comparables, au point de vue chimique; ils ont de plus, à peu de chose près, la même composition centésimale; le premier est solide ou plutôt solidifiable (fusible à + 9 degrés), le second doit l'être également, d'autant plus que son poids moléculaire est notablement plus considérable. Cette concordance de propriétés existe entre le bromure d'éthylène et le tribromure d'allyle.

	Composition centésimale.		Poids moléculaire.	Densité.	Ébullition.	Fusion.
$(C^2H^4)Br^2$	C....	12,8	188	2,1629 à + 20°	132°	+ 9°
	H....	2,1				
	Br...	85,1				
$(C^3H^5)Br^3$	C....	12,81	281	2,436 à + 13°	218°	+ 16°
	H....	1,78				
	Br...	85,41				

» *b*). *Volatilité*. — Il résulte de la comparaison des combinaisons glycériques chlorées et bromées de même composition générale, que, pour chaque atome de brome à la place d'un atome de chlore, il y a une élévation du point d'ébullition d'environ 20 degrés.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LI, p. 84.
(2) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 601.
(3) *Annales de Chimie et de Physique* 3e série, t. XLVIII, p. 320.

	Ébullition.	Différence.
$(C^3H^5) < {Cl \atop O}$	118°-119°	20° ou 21°.
$C^3H^5 < {Br \atop O}$	138°-140°	
$C^3H^5 < {Cl^2 \atop HO}$	176°-178°	41° ou 20° × 2.
$C^3H^5 < {Br^2 \atop HO}$	219°	
$(C^3H^5)Cl^3$ (1)	154°-157°	60 environ ou 20° × 3.
$(C^3H^5)Br^3$ (1)	218°	

» La trichlorhydrine bouillant à 155 degrés, la tribromhydrine doit, par analogie, bouillir à environ 60 degrés plus haut, c'est-à-dire vers 215 degrés; ce sont précisément les relations de volatilité que l'on constate entre la trichlorhydrine et le tribromure d'allyle:

	Ébullition.	Différence.
$(C^3H^5)Cl^3$	155°	63° = 21° × 3.
$C^3H^5Br^3$	218°-219°	

» D'un autre côté, il résulte de la comparaison que l'on peut établir, sous le même rapport, entre diverses combinaisons glycériques et allyliques correspondantes, que le remplacement de l'hydroxyle (HO) par le brome ne modifie guère le point d'ébullition du produit primitif :

$C^3H^5 < {Cl^2 \atop HO}$	176°-178°
$C^3H^5 < {Cl^2 \atop Br}$	176°
$C^3H^5 < {Cl\,Br \atop HO}$	197°
$C^3H^5 < {Cl \atop Br^2}$	vers 200°
$C^3H^5 < {Br^2 \atop HO}$ (1)	219°
$(C^3H^5)Br^3$ (1)	218°-219°

» La dibromhydrine glycérique $(C^3H^5)Br^2(HO)$ bouillant à 219 degrés,

(1) Trichlorure et tribromure d'allyle.
(2) Composés allyliques.

il suit de là que la tribromhydrine $(C^3H^5)Br^3$ doit présenter le même point d'ébullition ou à peu près.

» C'est précisément le point d'ébullition du tribromure d'allyle.

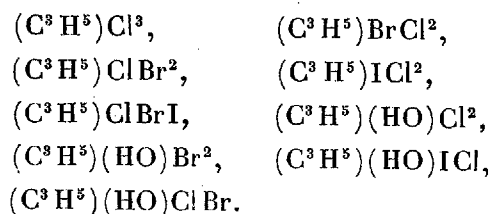
» J'ajouterai qu'il est contraire à toutes les analogies que la dichlorhydrine $(C^3H^5)(HO)Cl^2$ (poids moléculaire : 129 ; ébullition : 176 à 178 degrés) et la tribromhydrine $(C^3H^5)Br^3$ (poids moléculaire : 281 ; ébullition vers 180 degrés, suivant M. Berthelot) aient, malgré leur grande différence de poids moléculaire, à peu de chose près, le même point d'ébullition, alors que la dibromhydrine (poids moléculaire : 218) bout à 219 degrés.

» L'examen comparatif des combinaisons *glycériques* et *allyliques* $(C^3H^5)X^3$ est aussi de nature à nous renseigner sur les propriétés que doit posséder la tribromhydrine.

» Les combinaisons saturées $(C^3H^5)X^3$ du radical triatomique (C^3H^5) peuvent s'obtenir par deux voies différentes ou à l'aide de deux produits différents : la glycérine $(C^3H^5)(HO)^3$ et l'alcool allylique $(C^3H^5)(HO)$.

» *Comme l'alcool allylique a lui-même pour origine la glycérine,* on est en droit de conclure que, dans ces deux corps, ainsi que dans leurs dérivés en général, existe le même groupement ou le même radical (C^3H^5), quelle que soit, du reste, la structure de celui-ci. De là résulte cette conséquence, c'est que malgré leur différence d'origine et de mode de formation, *les combinaisons* $(C^3H^5)X^3$ *de même composition doivent être identiques, qu'elles appartiennent à la série glycérique ou à la série allylique.*

» Cette identité, dont le premier exemple a été signalé par M. Oppenheim (1), peut se constater sur les divers dérivés suivants (2) :



$(C^3H^5)Cl^3$, $(C^3H^5)BrCl^2$,
$(C^3H^5)ClBr^2$, $(C^3H^5)ICl^2$,
$(C^3H^5)ClBrI$, $(C^3H^5)(HO)Cl^2$,
$(C^3H^5)(HO)Br^2$, $(C^3H^5)(HO)ICl$,
$(C^3H^5)(HO)ClBr$.

» Les seules combinaisons qui fassent exception à cette concordance générale sont la tribromhydrine de M. Berthelot, et le tribromure d'allyle de M. Wurtz.

---

(1) Oppenheim, *Bulletin de la Société Chimique de Paris,* t. II, p. 97.

(2) Je me propose de revenir prochainement, dans une Communication spéciale, sur ce point de l'identité générale des combinaisons glycériques et allyliques de même composition.

» On comprendra que, malgré toute l'autorité du nom de M. Berthelot, j'aie pu et j'aie même dû concevoir des doutes sur la nature du produit qu'il a décrit sous le nom de *tribromhydrine*.

» Ce qui fortifiait encore chez moi ces doutes, c'est l'analyse même de son produit. Voici en effet les chiffres donnés par M. Berthelot (1) :

» *Tribromhydrine*, $(C^3H^5)Br^3$:

		Trouvé.	Calculé.
C^3	36	12,8	11,0 (2)
H^5	5	1,8	2,1
Br^3	240	85,4	86,2
	281	100,0	

» Ces doutes ont été confirmés par l'expérience. J'ai fait voir précédemment que la tribromhydrine, produit de l'action de $PhBr^5$ sur la dibromhydrine, possède, non pas les propriétés du produit décrit sous ce nom par M. Berthelot, mais celles du tribromure d'allyle de M. Wurtz.

» Cette conclusion est bien d'accord avec ce fait signalé antérieurement par M. Wurtz, que l'alcool triatomique $(C^3H^5)(HO)^3$, régénéré du tribromure d'allyle, est *identique* avec la glycérine ordinaire.

» Cependant, dans un travail publié récemment *sur la trichlorhydrine et ses isomères* (3), M. Berthelot persiste à admettre l'isomérie des deux tribromhydrines; il prétend que, si je n'ai pas observé la tribromhydrine qu'il

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 320.

Cette analyse de la tribromhydrine est la seule qu'ait publiée M. Berthelot; je crois même qu'il n'en existe aucune autre. La tribromhydrine est du reste un corps qui, depuis son apparition en 1856, a fort peu occupé les chimistes; la description qu'en donne M. Berthelot a passé sans variantes de son Mémoire dans tous les Traités de Chimie indistinctement.

Pour mieux faire apprécier combien cette analyse est peu satisfaisante, venant surtout d'un chimiste d'une exactitude aussi scrupuleuse que l'est M. Berthelot, je rapporterai ici l'analyse de la dibromhydrine, qui est consignée dans le même Mémoire, p. 313.

Dibromhydrine, $(C^3H^5)HOBr^2$:

		Trouvé.	Calculé.
C^3	36	16,5	16,7
H^6	6	2,7	2,7
O	16	7,4	»
Br^2	160	73,4	73,4
	218	100,0	

(2) La tribromhydrine analysée par M. Berthelot n'était évidemment pas pure.

(3) *Comptes rendus*, 28 mars 1870, et *Bulletin de la Société Chimique*, mai 1870.

a décrite, c'est qu'elle ne se produit pas ou qu'elle est détruite dans les conditions où j'ai opéré.

» J'admettrais volontiers cette explication à une double condition :

» 1° Si les propriétés assignées par M. Berthelot à la tribromhydrine étaient conformes à celles qu'assignent à ce corps la théorie et les analogies les mieux fondées; mais il n'en est pas ainsi : je crois avoir démontré, autant du moins qu'il est raisonnablement possible de le faire, que les propriétés *probables* de ce corps doivent être celles du tribromure d'allyle.

» 2° Si j'avais opéré dans des conditions *réellement*, *essentiellement* différentes de celles où s'est placé M. Berthelot (car, ainsi qu'il le rappelle et qu'il en donne des exemples, les corps isomères se transforment quelquefois avec facilité les uns dans les autres et les conditions *physiques* ou *matérielles* d'une réaction influent, dans certains cas, d'une manière profonde sur la nature des produits qui en résultent), la transformation possible de la tribromhydrine en tribromure d'allyle rappellerait de point en point la transformation, sous l'action d'un échauffement longtemps prolongé, du bromure d'éthylidène en bromure d'éthylène, fait signalé, il y a quelques années, par M. Carius (1).

» Mais, si en réalité le procédé que j'ai suivi pour obtenir la tribromhydrine diffère de celui qu'a suivi M. Berthelot, c'est, non dans le mode de *production* ou de *formation* du produit, mais dans son mode de *purification* seulement.

» J'ai fait réagir $PhBr^5$ sur la dibromhydrine; la réaction est très-vive et a *déjà lieu à froid; avant* de *distiller* et de *rectifier* le produit, c'est-à-dire la tribromhydrine, *je l'ai séparée de l'oxybromure* $PhOBr^3$ formé en même temps, en détruisant celui-ci par l'eau. M. Berthelot, au contraire, *distille le produit brut* de la réaction, mélange de $(C^3H^5)Br^3$ et de $PhOBr^3$; il *traite ensuite par l'eau* et rectifie de nouveau; les quelques lignes qu'il consacre dans son Mémoire à cette opération n'indiquent en effet pas autre chose (2), de plus amples développements étaient au reste inutiles.

» Cette légère différence dans le mode de *purification* du produit d'une même réaction suffit-elle pour rendre compte d'une différence de propriétés comme celle qui existe entre la tribromhydrine décrite par M. Berthelot et celle que j'ai obtenue? Je ne le pense pas. En opérant avec de la dichlorhydrine et du pentachlorure de phosphore, on en ob-

---

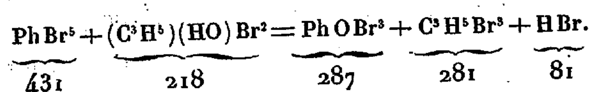
(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXXI, p. 177.

(2) Mémoire cité, p. 320.

tient en effet dans l'un et l'autre cas, des trichlorhydrines tout à fait identiques.

» Du reste, pour m'édifier complétement sur l'influence de cette variante dans le mode opératoire sur la nature du composé $C^3H^5Br^3$, j'ai tenu à répéter mon expérience en me plaçant dans les mêmes conditions et en opérant de la manière qu'indique M. Berthelot.

» J'ai distillé directement le liquide, mélange de $PhOBr^3$ et de $(C^3H^5)Br^3$ (1), résultant de la réaction de $PhBr^5$ sur la dibromhydrine, mais je n'ai rien ou presque rien recueilli entre 175 et 180 degrés; le liquide commence à passer vers 190; le thermomètre monte, à la fin de la distillation, jusque vers 205 à 207 degrés. Ces circonstances s'expliquent, puisque l'oxybromure de phosphore bout à 195 degrés, et la dibromhydrine vers 218 degrés :



$$\underbrace{PhBr^5}_{431} + \underbrace{(C^3H^5)(HO)Br^2}_{218} = \underbrace{PhOBr^3}_{287} + \underbrace{C^3H^5Br^3}_{281} + \underbrace{HBr}_{81}.$$

» Le produit de la distillation a été traité par l'eau, pour détruire $PhOBr^3$, lavé au carbonate sodique et desséché sur le chlorure de calcium; rectifié ensuite, il passe presque en totalité au delà de 210 degrés; la plus grande partie distille entre 215 et 220 degrés; c'est le même produit que celui que j'avais obtenu précédemment, identique au tribromure d'allyle. J'ai cru superflu, après l'avoir purifié, d'en faire de nouveau l'analyse; mais je n'ai pas obtenu le produit de M. Berthelot, bouillant de 175 à 180 degrés.

» L'action de $PhBr^5$ sur l'épibromhydrine $(C^3H^5)BrO$, action très-vive et très-énergique, m'a fourni, dans les mêmes conditions, des résultats semblables.

» Je ferai remarquer qu'il faut beaucoup de soin et de travail pour obtenir la tribromhydrine dans un état de pureté absolu, c'est-à-dire complétement neutre, incolore et bouillant à 218 et 219 degrés. Ce corps est fort sensible à l'action de l'humidité et de l'eau, et il est difficile de l'en débarrasser totalement à l'aide du chlorure de calcium, qui y surnage; aussi, pendant sa distillation, dégage-t-il habituellement des vapeurs acides; l'eau et l'humidité l'altèrent déjà à la température ordinaire, et le rendent acide; c'est ce qui fait qu'après quelque temps, conservé dans l'air

(1) Je tiens à constater que le $PhBr^5$ réagit *déjà à froid* sur la tribromhydrine; la réaction est terminée et le produit formé avant toute distillation.

ordinaire, il répand de légères fumées acides. Ce n'est qu'après l'avoir fait cristalliser, l'avoir séparé du produit impur resté liquide, puis rectifié, qu'on peut l'obtenir dans un état de pureté suffisant pour le soumettre à l'analyse.

» Quoi qu'il en soit, je me crois autorisé à continuer à prétendre que la *tribromhydrine* et le *tribromure d'allyle constituent des corps, non isomères, mais identiques*.

» Je ferai remarquer, en finissant, que ce fait de l'isomérie ou de l'identité de ces deux produits possède, au fond, plus d'importance qu'il ne le paraît. Si le tribromure d'allyle est différent de la tribromhydrine, on ne s'explique guère, sinon par un glissement, une transposition d'atomes, ce qui n'est rien dire, sinon le fait lui-même à expliquer, comment ces deux produits peuvent l'un et l'autre régénérer la même glycérine. L'isomérie de la tribromhydrine et du tribromure d'allyle, si elle existait en réalité, constituerait un fait d'autant plus remarquable, qu'il serait unique et tout à fait exceptionnel, au milieu de l'identité générale constatée entre les dérivés correspondants glycériques et allyliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action de l'ammoniaque sur la lécithine.* Note de **M. Gobley**, présentée par M. Wurtz.

« Dans de précédentes recherches, j'ai étudié la modification qu'éprouve la lécithine en présence des acides et des alcalis minéraux, soit que cette substance ait été retirée du jaune d'œuf ou de la matière cérébrale, soit qu'elle ait été fournie par le sang ou par la bile.

» Dans le travail que je présente aujourd'hui, j'ai cherché à déterminer comment cette curieuse substance se comporte sous l'influence de l'ammoniaque.

» Lorsqu'on fait un mélange à parties égales de lécithine et d'ammoniaque liquide, et, qu'après l'avoir agité, on le laisse en contact pendant un mois, on reconnaît, au bout de ce temps, que la lécithine a subi des changements profonds. Pour les constater, il faut décomposer le mélange à l'ébullition par un excès de lait de chaux; on obtient alors une partie liquide et une partie solide que j'ai étudiées successivement.

» La partie solide, ou la matière grasse, a été traitée par l'alcool bouillant, qui en a dissous la presque totalité, et l'a laissée déposer par le refroidissement. Le résidu se composait de la chaux en excès et d'une petite quantité d'oléate et de margarate de chaux.

» Quant à la substance abandonnée par l'alcool, elle a été purifiée par plusieurs dissolutions dans ce liquide, et traitée par le charbon animal pour la décolorer complétement. Ainsi obtenue, elle est très-blanche, d'un aspect micacé, inaltérable à l'air et sans action sur les réactifs colorés.

» Cette matière est fusible à plus de 60 degrés, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant et dans l'éther. Elle brûle avec une flamme éclairante, sans laisser de charbon, et elle présente tous les caractères d'un amide. Ainsi les alcalis en dégagent de l'ammoniaque et laissent pour résidu un véritable savon (1).

» La substance grasse fournie par la lécithine en présence de l'ammo-

---

(1) Soumise à l'analyse, elle a fourni les résultats suivants :

	I.	II.
Substance brûlée	0,180	0,2105
Acide carbonique	0,498	0,5865
Eau	0,210	0,2395

ce qui donne pour 100 :

I.		II.	
C	75,44	C	74,98
H	12,95	H	13,16

Pour l'azote, $0^{gr},2735$ de matière ont fourni $14^{cc},25$ de gaz mesuré à 21 degrés, sous la pression de $0^{m},762$, ce qui donne en poids pour 100 :

Az 5,95

On a donc pour la première et la seconde expérience :

I.		II.	
C	75,44	C	75,98
H	12,96	H	13,16
Az	5,95	Az	5,95
O	5,65	O	4,91
	100,00		100,00

Lorsqu'on rapproche les propriétés et la composition de la substance analysée de celles de la margaramide, on voit que ces deux matières sont identiques. En effet, la théorie exige, pour cette dernière, la composition suivante :

C	75,83
H	13,01
Az	5,20
O	5,96
	100,00

niaque est donc de la margaramide. Il ne se produit, dans cette circonstance, comme nous l'avons dit, qu'une très-petite quantité d'acide oléique et d'acide margarique.

» Quant à la partie liquide, séparée de la matière grasse et de la chaux par la filtration, elle a été évaporée pour chasser l'excès d'ammoniaque, et additionnée d'acétate neutre de plomb. Il s'est formé un précipité de phosphoglycérate de plomb, qui a été recueilli, tandis que la liqueur a été débarrassée de l'excès de plomb qu'elle renfermait par l'hydrogène sulfuré.

» La liqueur résultant de ces opérations a d'abord été chauffée avec de la baryte pour isoler toute l'ammoniaque, puis avec un excès d'acide oxalique, pour séparer la baryte et chasser l'acide acétique. Elle a été enfin mise en contact avec du carbonate de baryte, pour précipiter l'acide oxalique à l'état d'oxalate de baryte. Après avoir été filtrée de nouveau, évaporée en consistance sirupeuse, puis neutralisée par l'acide chlorhydrique, la liqueur a été additionnée d'un excès de chlorure de platine et précipitée par l'alcool absolu. Le précipité jaune-rougeâtre qui s'est formé a été recueilli, redissous dans l'eau distillée, et mis à évaporer dans une capsule disposée sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique. Au bout de peu de temps, on ne tarde pas à voir se former des cristaux volumineux, d'une couleur orangée, solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool, et dont la forme est exactement celle du chloroplatinate de choline; ce sont des lames rhomboïdales modifiées par des facettes se coupant sous les angles 121 et 128 degrés.

» Il est préférable de passer par le sel d'or, parce que le chloro-aurate de choline, étant moins soluble que le chloroplatinate de la même base, est par conséquent plus facile à purifier.

» M. Friedel, qui a bien voulu examiner les cristaux que j'avais obtenus et en mesurer les angles, les a trouvés entièrement semblables à ceux préparés par M. Wurtz. L'analyse du reste est venue confirmer ces résultats.

» En résumé, la lécithine, en présence de l'ammoniaque, donne naissance à de la margaramide, à de l'acide phosphoglycérique et à de la choline. Se forme-t-il, pendant la réaction, d'autres produits? c'est une question que je chercherai à étudier dans un prochain Mémoire.

» Je ne terminerai pas sans remercier M. Wurtz, qui a mis, d'une manière si obligeante, à ma disposition son laboratoire, dans lequel mes analyses ont été faites. »

PHYSIOLOGIE. — *Le sympathique par rapport à la sécrétion des urines.* Note de **M. C. Peyrani.**

« Ferrare, 4 juin 1870.

» Dans le but de constater le rôle du grand sympathique dans la sécrétion urinaire, j'ai fait une longue série de recherches expérimentales sur vingt-cinq chiens, trois chats et quarante-sept lapins. Dans ces expériences, j'ai évalué la quantité de l'urine et de l'urée, soit dans les six heures qui précédaient toute expérimentation, soit pendant les six heures de l'excitation galvanique (obtenue au moyen d'un courant, continu ou d'induction, faible, de force moyenne ou très-fort) du sympathique au cou, mais non coupé, soit pendant les six heures de galvanisation du bout périphérique du sympathique coupé au cou, soit encore pendant les six heures que j'ai observé les animaux après la section au même point du sympathique, sur lequel je n'avais fait arriver aucune excitation.

» Voici les conclusions qui en ressortent, dans leur ensemble :

» 1° Les quantités de l'urine et de l'urée s'élèvent, au fur et à mesure qu'on augmente la force du courant voltaïque;

» 2° Lorsque l'on emploie des courants galvaniques de la même intensité, le courant d'induction produit une élévation beaucoup plus grande dans la quantité des urines et de l'urée, que le courant constant;

» 3° Si l'on coupe le sympathique, mais qu'on ne l'excite pas au moyen du galvanisme, la quantité de l'urine et de l'urée atteint un *minimum*.

» 4° Lorsque l'on galvanise le bout périphérique du sympathique coupé au cou, la quantité de l'urine et de l'urée descend bien au-dessus du niveau normal, quoique les chiffres soient toujours beaucoup au-dessous de ceux qu'on obtient en galvanisant le sympathique qui n'a pas été préalablement coupé. »

PARASITISME. — *Sur une nouvelle espèce de* Peronospora, *parasite des Cactus.* Note de **MM. H. Lebert** et **Cohn**, de Breslaw, présentée par M. Ch. Robin.

« Les espèces de *Peronospora*, dont le développement a été étudié principalement par de Bary, atteignent les plantes les plus diverses et y occasionnent ordinairement des changements de forme analogues aux galles dans les organes dans l'intérieur desquels végète leur mycélium. On peut citer comme type de cette action la *Peronospora parasitica,* qui se développe

sur la tige des fleurs des Crucifères, et fréquemment surtout sur la *Capsella bursa Pastoris*, et entraîne un gonflement et une déformation de la tige, semblables à ceux occasionnés par les animaux qui donnent origine aux galles, guêpes, cousins, cirons des végétaux (*Phytopus*). Dans tous ces cas, le tissu cellulaire attaqué n'est point détruit, mais subit plutôt une hypertrophie pathologique.

» Le champignon des pommes de terre (*Peronospora devastatrix*) fait une exception parmi les espèces de ce genre, en ce sens qu'au lieu d'entraîner l'hypertrophie, il conduit à la mortification du tissu cellulaire atteint, accompagnée d'une coloration brune des membranes cellulaires et de décomposition putride. Il s'ensuit que les feuilles atteintes du *Solanum* deviennent noires, tandis que les tubercules dans le sol se putréfient.

» Nous avons eu occasion d'observer un nouveau cas de cette putréfaction du tissu cellulaire par une *Peronospora*. Pendant l'hiver de 1867 à 1868, plusieurs exemplaires de *Cereus giganteus* et de *Melocactus* de la riche collection de Cactées de M. le général de Jacobi, célèbre par ses travaux sur les *Agaves*, commençaient à se putréfier sans cause connue. Tandis que l'épiderme épais du Cactus ne subissait aucun changement notable, le tissu cellulaire dessous montrait une décomposition complète avec dissolution de la substance intercellulaire, de façon qu'il fût facile d'isoler les cellules du parenchyme. Le contenu de ces cellules, larges d'environ $0^{mm},15$, était mortifié, brun, la membrane était ramollie, en partie même dissoute, de façon que le tissu cellulaire paraissait tout à fait diffluent dans les préparations microscopiques, et que les beaux amas de cristaux d'oxalate de chaux et les grains composés d'amidon sortis des cellules se trouvaient libres sur le porte-objet. Ce Cactus nous fit tout à fait l'effet d'être atteint d'une putréfaction interne, semblable à celle des pommes de terre malades. En général, la plante était mortifiée jusqu'à la racine; une seule fois nous avons reçu un exemplaire qui présentait encore des parties saines à côté de celles qui étaient putréfiées.

» Lorsqu'on garde un de ces Cactus dans l'air humide, sous une cloche en verre, on voit bientôt de la moisissure apparaître au dehors, d'abord par taches isolées, puis sur toute la surface de l'épiderme.

» Sous le microscope, des fragments de parenchyme du Cactus malade, que nous avons examiné en janvier 1868, montraient la présence d'un mycélium développé d'une manière assez dense à travers tout le tissu cellulaire, mycélium composé de fils unicellulaires très-longs et minces, ondulés, de calibre égal ou inégal, remplis de vésicules ou de gouttelettes incolores,

se divisant presque à angle droit, sans distance régulière, sur le trajet du fil principal; ces rameaux ont presque le même calibre que les fils principaux; les rameaux envoient à leur tour, aussi presque à angle droit, des petits ramuscules. En général, les fils du mycélium n'offrent point de cloisons; leur largeur est en moyenne de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$.

» Au premier abord, il semblait que les rameaux du mycélium pénétraient dans l'intérieur du parenchyme du Cactus, mais en examinant de plus près, et par diverses méthodes, nous pûmes nous convaincre que le mycélium se trouvait seulement entre les cellules, dans les espaces intercellulaires qui forment un système continu de canaux dans le tissu du Cactus. Nulle part nous n'avons vu pénétrer le mycélium dans l'intérieur d'une cellule.

» La quantité du mycélium prouve déjà qu'il s'agit d'une *Péronosporée* ou d'une *Mucorinée*, l'une et l'autre caractérisées par un mycélium unicellulaire à ramifications rectangulaires. Les organes de fructification cependant ne laissent pas de doute qu'il s'agit d'une Péronosporée. Déjà à l'œil nu, on voit dans le tissu brun et putréfié du Cactus des taches plus foncées, que l'on reconnaît sous le microscope comme des amas d'*Oospores*.

» Il se forme sur les fils du mycélium, sous forme de faisceaux en grappe, partant de quelques rameaux principaux, des ramuscules courts et étroits qui offrent un renflement à leur sommet formé des vésicules à tige courte, et qui se remplissent si complétement d'un plasma granuleux, qu'elles en deviennent opaques. A côté et au-dessus de ces organes globuleux, que nous avons à désigner comme *Oogonies*, naissent des ramuscules fins du mycélium, qui serpentent d'une manière ondulée, et, avant de se diviser en ramuscules courts, entourent étroitement l'oogonie. Ces organes sont les *Anthéridies*, et l'on trouve autour de tous les oogonies de ces anthéridies qui leur sont étroitement accolés pour opérer la fécondation. Il est bien plus difficile de se rendre compte de l'acte de la copulation, vu que les nombreux tours des anthéridies rendent très-difficile la distinction de l'endroit exact de leur réunion. Le contenu de l'anthéridie se condense autour d'un corps séminal qui remplit son renflement terminal cunéiforme, tandis que le reste du fil paraît vide de contenu, même dans ses quelques renflements qui se voient à des distances irrégulières. On voit partir du renflement terminal de l'anthéridie des tuyaux fécondants en forme d'entonnoir, qui approchent directement l'oogonie, mais que nous n'avons pas pu reconnaître dans son intérieur.

» L'oogonie non fécondée est remplie d'un protoplasma jaune, parais-

sant grisâtre par son opacité, tandis que celle qui est fécondée est brune, le photoplasma de son intérieur se transformant en une oospore parfaitement sphérique, entourée d'une membrane épaisse lisse, brune, à double contour, et qui est une spore durable. Son diamètre varie de $0^{mm},020$ à $0^{mm},027$; en moyenne il est de $0^{mm},024$; le contenu montre d'abord quelques gouttelettes huileuses, puis une masse unique, d'apparence huileuse; mais nous n'avons point pu observer son développement ultérieur et sa germination.

» Le duvet blanc des Cactus malades se compose de filaments du mycélium de l'intérieur, qui est sorti à travers les ouvertures en fente de la surface; ces fils se répandent sur la cuticule et s'y fixent au moyen de petits ramuscules qui partent à angle droit. De ces rameaux se lèvent des porte-fruits (*Fruchttræger*) sous forme de *hyphes* unicellulaires, qui souvent s'accolent à la cuticule et offrent au sommet un petit renflement pyriforme, qui grandit peu à peu et se remplit d'un plasma jaunâtre, et finit par se séparer, par une cloison, du fil qui lui a donné naissance. Ce sont là les corpuscules qui opèrent la propagation non sexuelle de notre *Peronospora*, *corpuscules* que de Bary désigne, pour la *Peronospora devastatrix,* comme *Sparanges*, que l'on désignerait peut-être mieux comme *Conidies*. Au-dessous de la conidie, le fil continue à croître latéralement, pour offrir à son sommet de nouveau un renflement qui forme une seconde conidie, et ce genre de développement peut se répéter plusieurs fois.

» Les conidies mûres se détachent facilement des fils et se répandent en masse à la surface de la cuticule, tandis qu'à sa face inférieure se développent en même temps les oospores. Les conidies mûres sont rarement sphériques, plutôt ovoïdes ou en forme de citron ; leur bout supérieur large est arrondi, tandis que le bout plus étroit se termine en courte pointe, parfois même recourbée en forme de crochet; leur diamètre varie de $0^{mm},035$ à $0^{mm},068$, en moyenne il est de $0^{mm},048$, c'est-à-dire du double plus grand que les oospores; leur membrane d'enveloppe est mince, le contenu n'offre que du protoplasma, sans huile; ils germent assez facilement, la pointe s'allongeant en tube germinateur (*Keimschlauch*), sans former des *Zoospores*, comme dans le champignon de la pomme de terre. Souvent il se forme, sous l'origine du tube germinateur, un rameau qui en part à angle droit; il est rare qu'une conidie germe avec deux tubes germinateurs qui partent alors de points opposés de sa surface.

» La maladie des Cactées provoquée par notre *Peronospora* ne paraît pas fréquente. Au moins, nous n'avons pu réussir, jusqu'à ce jour, à retrouver notre *Peronospora* sur les nombreux Cactus malades et putréfiés

que nous avons examinés dans la riche collection de notre Jardin botanique et ailleurs. Nous regrettons même vivement d'avoir été ainsi empêchés de combler expérimentalement plusieurs lacunes de notre travail sur son développement.

» Les Cactus malades ou putréfiés par d'autres causes offrent surtout des Mucorinées, des *Pénicillium*, des *Fusispories*, des *Cladospories* et les commencements de diverses *Sphæriacées* qui se montrent plus tard avec leurs fruits à la surface des Cactus morts; leur mycélium se compose ordinairement de fils bruns multicellulaires qui pénètrent dans les cellules du Cactus mort et contribuent à sa destruction ultérieure. Mais ces champignons ne sauraient être envisagés comme cause de la maladie de ces Cactus; ils constituent bien plutôt des champignons épigénétiques qui accompagnent ordinairement la putréfaction.

» La *Peronospora* du Cactus nous donne seule un cas nouveau de destruction de la plante nourricière par ce genre de champignons, dont l'action mortifiante est d'autant plus intéressante que le mycélium ne pénètre point dans les cellules du Cactus. Comme il n'y a point dans nos serres de *Peronospora* dont la transmission sur les Cactus puisse être supposée, il est probable que la *Peronospora* des Cactus vient d'Amérique, de la patrie des Cactus, avec des exemplaires directement envoyés de là. C'est ainsi que s'explique aussi sa rareté apparente.

» Nous croyons que la *Peronospora* observée par nous constitue une espèce nouvelle que nous désignons comme *Peronospora Cactorum*, n. s. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction scissipare des Naïdiens*. Note de **M. Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les études sur la scissiparité des Naïs et des Oligochètes voisins ne portent guère, jusqu'à présent, que sur la *Naïs proboscidea*.

» Gruithuisen, O.-F. Müller, Leuckart et, en dernier lieu, Max Schultze ont successivement étudié ce phénomène. Leurs opinions, quoique distinctes à certains points de vue, peuvent néanmoins se ramener au fond à ceci :

» *Les Naïs présentent alternativement deux modes de génération agame : un même individu* SE PARTAGE *d'abord en deux autres d'égale longueur, puis chacun des individus ainsi formés en produit un nouveau à sa partie postérieure par voie de* BOURGEONNEMENT.

» Les observations que nous avons faites sur le *Dero obtusa* nous permettent de présenter, sous un autre aspect, le mode de reproduction des *Naïs*.

» Tandis que chez la *Naïs proboscidea* on trouve fréquemment des chaînes de trois ou quatre individus, nous n'avons jamais vu, chez le *Dero obtusa*, que deux individus placés bout à bout. La tête de l'individu postérieur et la queue de l'individu antérieur se forment du reste exactement comme l'indique Max Schultze, pour sa Naïs. Ces deux individus se séparent avant qu'on observe sur eux aucune trace de scissiparité nouvelle; mais, en avant du pavillon respiratoire qui termine leur corps, on voit toujours, *tant que l'individu n'est pas adulte*, de nombreux animaux en voie de formation et dans lesquels on peut suivre le développement des sacs sétigères, des organes segmentaires, des muscles, etc. Lorsque les deux individus séparés ont acquis une longueur suffisante, la scissiparité médiane recommence sur eux, comme sur l'individu unique aux dépens duquel ils se sont formés.

» Or, comme ce phénomène ne se produit que lorsque l'animal a acquis une certaine longueur, il en résulte que l'individu postérieur de deuxième génération sera formé d'anneaux qui ne se sont développés qu'après la séparation de l'individu de première, mais *faisaient partie intégrante de cet individu lorsqu'ils se sont produits*.

» Ainsi le *Dero* commence par *grandir* par la formation d'anneaux en avant de son pavillon vibratile; il se *scissiparise* ensuite.

» Ceci posé, supposons que les deux *Dero* de première génération ne se fussent pas séparés après leur individualisation; on voit que les individus de seconde génération se seraient produits entre le pavillon vibratile et le reste du corps de chacun des individus de première génération.

» De plus, chacun de ces individus nouveaux aurait été formé au moyen d'anneaux nés après l'individualisation des deux *Dero* primitifs, comme nous l'avons expliqué.

» Mais nous retombons alors exactement sur la loi développée par Max Schultze (1) pour la *Naïs proboscidea*. Nous y retombons sans invoquer d'autre bourgeonnement que celui qui constitue le mode d'accroissement normal et continu de l'Annélide en question.

» Nous croyons donc pouvoir émettre l'opinion que, chez les *Naïs*, il n'y a pas deux modes de reproduction agame, l'un par voie de *scissiparité*, l'autre par voie de *bourgeonnement*. Il y a purement et simplement *scissiparité*.

» Le bourgeonnement, vu par les auteurs qui ont déjà traité la question,

(1) *Archiv für Naturgeschichte von Troschel*, t. XXXV, 1852, et t. XXIX, 1842.

ne nous paraît pas autre chose que le phénomène normal d'accroissement de l'individu. Aussi ne le retrouve-t-on plus dans la partie postérieure du corps des individus adultes. C'est seulement quand il a ramené chaque individu, né par scissiparité, à une certaine taille, qu'une nouvelle division se produit. Cette division nouvelle apparaîtra avant ou après la séparation complète des individus primitifs. Là est, selon nous, la seule différence. »

MÉTÉOROLOGIE — *Sur un orage qui a éclaté le 29 mai aux environs d'Alais.* **Extrait d'une Lettre de M. E. Bourgogne à M. Dumas.**

» Le dimanche 29 mai, vers les 3 heures, le soleil s'obscurcit, quelques nuages très-épais parurent à l'horizon. Tout à coup un vent violent se leva, et la grêle tomba en telle quantité et avec une force telle, que, de mémoire d'homme, on n'avait rien vu de pareil jusqu'à ce jour. Quand on parlait de grêle, on se rappelait avec terreur un orage qui éclata sur nos pays en 1830, mais qui réellement ne fut rien, si l'on en compare les suites à celles de l'orage du 29 mai.

» Dans la campagne, les grêlons étaient de la grosseur d'une petite noix; ils avaient la forme d'une poire et se terminaient par une pointe. Un de mes amis, surpris en voiture par l'orage, a mesuré sur la route une épaisseur de 30 centimètres de grêle. Quand la grêle eut cessé de tomber, une pluie abondante lui succéda, et, une demi-heure après, le soleil reparut. Ce temps avait suffi pour tout détruire.

» La campagne fait mal à voir; les avoines et les blés sont hachés, et la vigne est entièrement dépouillée de ses feuilles; dans beaucoup d'endroits, les sarments sont pelés. Les grêlons étaient si durs que, le lendemain matin, au lever du soleil, on en retrouvait encore en assez grande quantité dans les champs.

» La carte de l'arrondissement, que je joins à ma Lettre, montre le chemin parcouru par cet orage. Les détails que j'ai pu recueillir jusqu'à ce moment mentionnent, comme les plus maltraitées, les communes de Saint-Martin-de-Valgalgue, Saint-Privat-des-Vieux, Servas, Mons, Mejane-lez-Alais, Montal, Saint-Just, Euzet, Saint-Hippolyte-de-Catou, Martignargues, Saint-Maurice.

» Un gros olivier centenaire a été déraciné, enlevé et transporté à plus de 30 mètres. Les noyers ont été complétement écorcés; les coignassiers de même. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouveau signe de la mort.* Note de **M. É. Duboux**, présentée par M. Wurtz.

« Si l'on instille dans l'œil d'un homme vivant quelques gouttes d'une solution d'atropine, on voit, au bout de quelques instants, se produire une dilatation de la pupille, dilatation très-facile à constater par comparaison avec l'œil non soumis à l'influence de l'atropine et dont la pupille ne s'est pas dilatée.

» Cette action de l'atropine est parfaitement constante, quel que soit l'état de l'œil et quel que soit l'état général.

» Elle est tellement indépendante de l'état de l'œil, qu'elle se produit dans le cas d'amaurose complète, dans les cas de paralysie ou de section de la troisième paire. Elle se manifeste encore, d'après Czermak, lorsque l'on a coupé tous les nerfs ciliaires. Elle est tellement indépendante de l'état général, qu'elle se manifeste, d'après Meuriot, sur l'œil qui vient d'être extirpé de l'orbite, aussi longtemps que persiste la contractilité musculaire. On peut donc affirmer que sur l'homme vivant l'atropine produit toujours une dilatation pupillaire; et toutes les fois que l'atropine restera sans action, on pourra affirmer que la contractilité musculaire a disparu, c'est-à-dire que la vie a entièrement abandonné l'organisme.

» Ces faits sont connus. On peut les mettre à profit pour constater les cas de mort apparente, ainsi que l'a déjà proposé M. Bouchut.

Toutefois il est nécessaire de faire une restriction : il peut arriver en effet que où le sujet à examiner présente une dilatation pupillaire : il en est souvent ainsi dans les cas de mort apparente, seulement la dilatation n'est pas très-considérable. Elle serait énorme dans les cas d'empoisonnement par la belladone. Il est donc nécessaire de *recourir à une contre-épreuve*, et l'on aurait, dans l'action des substances qui resserrent la pupille (comme la fève de Calabar), un moyen très-simple d'éviter une erreur funeste. »

M. P. Guyot adresse, de Nancy, deux Notes relatives : l'une à l'influence exercée, sur la lydine, par l'acide organique employé à sa préparation; l'autre à la conservation des œufs de papillons. D'après cette dernière Note, l'acide phénique, à très-petite dose, peut servir à conserver, dans des tubes fermés, les œufs de tous les papillons : il les empêche d'éclore, sans altérer leur structure ni leur nuance.

M. G. Tournois adresse, de Bourges, une Lettre relative à un procédé d'installation d'un pont tubulaire au travers de la Manche.

M. **Toselli** adresse une Note relative à un abaissement de température que produit, dans une masse d'eau, la rotation d'un tube métallique courbé en spirale, en tournant autour d'un axe horizontal perpendiculaire à son plan et passant par son centre.

La Société Scientifique, qui s'occupe de l'exploration de la *grotte des Morts*, près d'Alais, informe l'Académie que, d'après les nouvelles recherches qui ont été faites, cette cavité semblerait être une faille, occupée d'abord par un filon de minerai de plomb : ce minerai aurait été exploité, et la cavité aurait été utilisée ensuite, soit comme habitation, soit comme lieu de sépulture, par la race dont on y découvre les restes. Il y aurait donc grand intérêt à compléter cette exploration.

Cette Communication sera transmise à la Commission administrative.

« M. **Chasles** présente, de la part de M. le prince *B. Boncompagni*, le numéro de décembre 1869 qui termine le second volume du *Bullettino* des Sciences Mathématiques et Physiques. Cette livraison renferme la continuation de l'intéressant travail de M. Sédillot sur les professeurs de Mathématiques et de Physique générale au Collége de France. Elle se termine par deux Tables étendues et extrêmement utiles, l'une des publications récentes renfermées principalement dans les Recueils scientifiques de tous les pays, et l'autre des noms cités dans le volume du Bulletin qu'elle termine. Ces Tables, qui n'occupent pas moins de 40 pages grand in-4°, en petit-texte, attestent le zèle et les efforts puissants qu'apporte M. Boncompagni dans l'entreprise dont tous les savants lui sont reconnaissants. Nous avons dit, dans une séance précédente, que le travail de M. Sédillot avait donné lieu à des recherches de M. Boncompagni lui-même sur plusieurs savants du XVIe et du XVIIe siècle, Roberval notamment; nous citerons encore Hérigone, qui a tenu un certain rang parmi les mathématiciens de son temps, dont les ouvrages ont été fort répandus, et dont les biographies ne prononcent pas même le nom. M. Boncompagni a recherché tout ce qui peut se rapporter à ce savant, qui a pris part, avec le président Etienne Pascal, Mydorge, l'abbé de Chambon et d'autres, aux discussions auxquelles la découverte des longitudes de J.-B. Morin a donné lieu. »

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides; par* **M. Jamin**.

« Le mélange de deux liquides pris à une même température détermine généralement une variation de température : souvent un échauffement, quelquefois un refroidissement, et ce phénomène a été étudié avec beaucoup de soin par un nombre considérable de savants : MM. Person, Graham, Andrews, Favre et Silbermann, H. Sainte-Claire Deville, Bussy et Buignet, Abria, Soret, Marignac, etc. M. Person admet que la diffusion des liquides occasionne un refroidissement; M. Favre, qu'il existe deux ordres d'action simultanés, une attraction entre les molécules hétérogènes qui produit de la chaleur, une diffusion qui en absorbe. MM. Bussy et Buignet semblent partager cette idée; ils s'attachent à montrer que le changement des chaleurs spécifiques ne suffit pas à expliquer les variations de température, et ils admettent « qu'indépendamment de la perte de » chaleur qui peut avoir lieu par les changements de volume, qu'indépen» damment de celle qui peut résulter de l'ensemble des causes encore » inconnues qui produisent les changements de capacité, il existe une

» cause en dehors des précédentes qui produit par elle-même une absorp-
» tion de chaleur, absorption qui peut être quelquefois égale ou même
» supérieure à la chaleur dégagée par la combinaison de ces liquides. »
M. H. Sainte-Claire Deville a essayé de rattacher ces phénomènes à la théorie mécanique de la chaleur, mais il est obligé d'admettre que, « de
» même que dans les machines il y a des pertes de force vive, de même,
» dans les combinaisons chimiques, il y a des pertes de forces vives ou
» de température qu'on peut calculer..., c'est de la chaleur perdue ou plutôt
» rendue latente en vertu de causes tout à fait connues; ainsi la dissolu-
» tion est une cause de froid, non-seulement lorsqu'elle s'effectue entre
» un liquide et un solide qui se liquéfie, mais encore entre deux liquides
» qui se dissolvent.... »

» Ces hypothèses sont malheureusement un peu vagues; elles n'établissent entre les faits et l'explication aucune relation numérique, et sont dépourvues de sanction expérimentale. Je viens à mon tour soumettre à l'Académie une idée nouvelle qui me paraît de nature à faciliter la solution de cette importante question.

» Soient ε et α les proportions d'eau et d'alcool ou, en général, de deux liquides que l'on mêle; l'eau a une chaleur spécifique c et absorbe εct calories pour passer de zéro à t degrés; mais à zéro, elle contient encore de la chaleur : elle contient tout ce qu'elle perdrait si on la refroidissait jusqu'à cette limite qu'on appelle le zéro absolu, c'est-à-dire une quantité de chaleur très-considérable, mais qui n'est pas infinie, et que nous désignerons par εA. Nous pouvons donc exprimer la quantité totale q de chaleur que contient ε d'eau par la formule

$$q = \varepsilon (A + ct).$$

Le même raisonnement peut se faire sur l'alcool, et la même formule représentera la chaleur que le poids α contient

$$q' = \alpha (A' + c't).$$

Si nous mêlons les deux liquides, la chaleur totale sera

$$q + q' = \varepsilon A + \alpha A' + (\varepsilon c + \alpha c')t.$$

De même, le mélange formé par ces deux liquides contient à zéro une quantité de chaleur A''; et, pour s'élever à $t + \theta$, il s'y ajoute $\gamma(t + \theta)$, en désignant par γ sa chaleur spécifique; on a

$$Q + A'' + \gamma(t + \theta).$$

» Si au moment du mélange il ne se produit aucun travail physique ou chimique, la somme des chaleurs contenues dans les éléments à t° est égale à la chaleur totale du mélange pris à la température $(t+\theta)$, qu'il a au moment où il se forme; ce qui s'exprime par la relation

$$A\varepsilon + A'\alpha - A'' = (\gamma - \varepsilon c - \alpha c')t + \gamma\theta.$$

» $\varepsilon c + \alpha c'$ est la capacité calorifique moyenne des deux liquides ou γ_{1}; $A\varepsilon + A'\alpha - A''$ est une quantité constante pour un même mélange, variable avec les proportions ε et α. Appelons-la M, on a

$$(1) \qquad M = (\gamma - \gamma_{1})t + \gamma\theta.$$

» Cette formule doit représenter tous les phénomènes. Nous allons voir, en effet, qu'elle explique ceux que l'on connaît et qu'elle en prévoit d'autres que l'expérience vérifie :

» 1° Si le premier membre est nul et que γ soit égal à γ_{1}, ce qui est le cas de deux liquides identiques ou sans action réciproque, $\theta = 0$: il n'y a pas de changement dans la température;

» 2° M peut être positif ou négatif : s'il est positif, ainsi que $\gamma - \gamma_{1}$, ce qui est le cas de l'alcool et de l'eau, et de presque tous les mélanges, θ sera plus grand ou plus petit que zéro, suivant que $(\gamma - \gamma_{1})t$ sera plus petit ou plus grand que M, et il y aura réchauffement ou refroidissement, comme l'ont montré MM. Bussy et Buignet;

» 3° Si M est négatif, ainsi que $\gamma - \gamma_{1}$, comme pour les mélanges d'acide cyanhydrique et d'eau, θ sera toujours négatif, et le refroidissement croîtra avec la température;

» 4° M étant égal a $\varepsilon A + \alpha A' - A''$ varie avec les proportions des deux liquides mêlés; et il pourra arriver que θ soit positif ou négatif, suivant ces proportions. Cela arrive, suivant MM. Bussy et Buignet, quand on mélange l'alcool et le chloroforme.

» Non-seulement la formule explique toutes les conditions qui ont été étudiées, mais elle en prévoit d'autres :

» 1° M est constant pour un mélange en proportions données; donc le deuxième membre de l'équation doit être invariable, ce qui exige que θ diminue si t augmente;

» 2° θ devra être nul quand $(\gamma - \gamma_{1})t$ sera égal à M; il devra être négatif si le mélange est formé à une température plus élevée. Le réchauffement se changera en refroidissement.

» J'ai fait, avec M. Amaury, de nombreuses expériences pour vérifier ces conclusions. Comme nous connaissions γ et γ_1, nous pouvions calculer le deuxième membre de l'équation (1); or, nous avons trouvé :

» 1° Que $(\gamma - \gamma_1)t + \gamma\theta$ est à peu près constant pour un même mélange, formé à des températures qui croissent de zéro à 80 degrés;

» 2° Que θ diminue à mesure que t s'élève;

» 3° Qu'il devient nul à 55 degrés environ;

» 4° Qu'il est négatif au delà.

» Une formule analogue s'applique au cas où les deux liquides sont mêlés à des températures différentes t et t'

$$A\varepsilon + A'\alpha - A'' = \gamma(t + \theta) - \varepsilon ct - \alpha c't';$$

elle se vérifie comme la précédente. Nous publierons prochainement les résultats de ces expériences. »

Remarques de M. Bussy *à l'occasion de la Communication de* M. Jamin.

« Sans méconnaître toute l'importance des considérations théoriques qui viennent d'être développées par M. Jamin devant l'Académie, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que plusieurs des conséquences auxquelles il a été conduit, et qui semblent l'avoir particulièrement frappé, n'étaient cependant pas imprévues.

» Ainsi, en ce qui concerne les différences que l'on observe dans les effets thermiques suivant les proportions dans lesquelles on effectue les mélanges, nous avons constaté, M. Buignet et moi, que plusieurs des mélanges par nous examinés présentaient cette particularité de donner tantôt du froid, tantôt de la chaleur, suivant les proportions dans lesquelles les éléments étaient mélangés. Nous avons cité notamment le mélange de chloroforme = $77^{gr},56$ et alcool = $22^{gr},44$, lequel donne de la chaleur ou du froid, suivant qu'on y ajoute un excès de l'un ou de l'autre liquide.

» Je ferai la même observation touchant l'influence de la température initiale sur la chaleur absorbée ou dégagée pendant le mélange. En mélangeant poids égaux d'acide cyanhydrique et d'eau à zéro, on a un abaissement de température de 6°,40, tandis que les mêmes éléments mélangés à + 14 degrés donnent un abaissement de température de 9°,75. Nous avons cité dans notre Mémoire d'autres mélanges qui sont dans le même cas, alcool et sulfure de carbone, acide acétique et eau.

» Nos observations n'ont pas eu pour objet un fait isolé constaté par une expérience unique; elles se sont étendues à une série considérable de mélanges étudiés avec détail aux points de vue des changements de volume, de température et de capacité calorifique. Ce que nous désirons uniquement, c'est de conserver à nos expériences et aux conséquences que nous en avons tirées la date précise qu'elles doivent avoir dans l'historique de la question qui est aujourd'hui le sujet des travaux de M. Jamin. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur les effets électriques produits au contact des métaux inoxydables et des acides et dissolutions salines, neutres et saturées, et sur les affinités capillaires; par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« J'ai montré dans mes recherches antérieures quels pouvaient être les effets électro-chimiques produits lors des actions capillaires exercées entre des solides et des liquides ou des gaz; comme il est possible que ces actions soient du genre de celles qui se produisent dans les actions chimiques, le dégagement d'électricité qui en résulte doit suivre les lois qui régissent ce dégagement dans ces dernières; mais on éprouve de grandes difficultés à établir cette identité, à cause de la présence des gaz sur la surface des corps solides, lesquels gaz, en réagissant sur les liquides ambiants, donnent naissance à des effets électriques qui leur sont propres.

» Dans mon précédent Mémoire, j'ai exposé les effets électriques qui ont lieu au contact avec l'eau distillée des corps plongés préalablement dans différents gaz; dans ce Mémoire-ci, je décris les phénomènes électriques qu'on observe en remplaçant l'eau distillée par différents acides, l'ammoniaque et des dissolutions salines neutres, saturées, et prenant pour corps solides le platine et l'or purs, sur lesquels ces liquides ne paraissent exercer aucune action. Voici les résultats obtenus avec deux fils de l'un de ces deux métaux, en rapport avec un galvanomètre très-sensible; après que ces fils ont été plongés par un de leurs bouts dans le liquide soumis à l'expérience, qu'on en a retiré un pour le faire chauffer à la lampe pour chasser le liquide, et qu'on l'a plongé de nouveau, pour observer l'effet électrique produit dans son contact avec l'acide nitrique concentré, on trouve que le fil de platine est successivement négatif, positif et négatif. Le premier effet est dû probablement à l'affinité capillaire; le second, à la polarisation des deux fils par l'action du courant initial et par les produits de la décomposition électro-chimique de la dissolution elle-même, et le troisième, par une seconde polarisation. Lorsque l'acide est étendu, rien

de semblable n'a lieu : le fil est négatif et reste tel pendant quelques instants. Cet état négatif est dû à l'hydrogène absorbé par le platine et provenant de l'eau décomposée pendant qu'on élevait sa température. Si l'on eût chauffé au rouge blanc, l'effet eût été inverse.

» Avec les acides chlorhydrique et sulfurique, ainsi qu'avec l'ammoniaque et les dissolutions salines neutres et saturées, le sulfate de soude, les chlorures de sodium et de baryum et le nitrate de potasse, etc., le platine est toujours positif, effet dû à l'air absorbé par le métal pendant le refroidissement. Par suite de cette absorption, l'air, dans son contact avec le liquide, prend l'électricité positive, et le liquide l'électricité négative. A l'aide des résultats précédents, on a pu donner une explication satisfaisante des propriétés de l'éponge de platine, qui devient incandescente quand on l'expose dans l'air à un courant d'hydrogène, ainsi que de celles que possèdent certains corps en très-petits fragments, de produire lentement la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, dans le mélange détonant. Le principe sur lequel on se fonde pour cette explication est le suivant : à l'instant où l'oxygène et l'hydrogène sont absorbés par l'affinité capillaire, l'un et l'autre gaz, en perdant leur état élastique, se trouvent dans deux états électriques contraires, conditions éminemment propres à leur combinaison. Il y a aussitôt dégagement de chaleur, et, comme l'action est continue, l'incandescence ne tarde pas à se manifester.

» En résumé, on voit, par les faits qui précèdent et les conséquences qui s'en déduisent, l'influence qu'exerce la surface des corps, selon qu'elle est plus ou moins rugueuse, pour réagir sur les substances gazeuses avec lesquelles elles sont en contact, de manière à opérer des combinaisons ou des décompositions; c'est ainsi que le sujet traité dans ce Mémoire se rattache à la question des affinités capillaires, qui jouent un grand rôle dans la nature. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une quantité analogue au potentiel et sur un théorème y relatif; par* **M. R. Clausius.**

« On sait qu'une grande partie de la Physique mathématique repose sur la théorie du potentiel. Comme la connaissance de cette théorie n'est pas encore aussi répandue qu'on pourrait le désirer, j'ai cru utile de publier un petit Traité, dans lequel j'ai exposé les propriétés les plus essentielles de la fonction potentielle et du potentiel.

» M. Folie, quoique occupé lui-même de recherches géométriques très-importantes, dont il a déjà publié d'intéressants résultats, a pourtant

bien voulu se donner la peine de se charger de la traduction française de ce Traité, et il n'est pas nécessaire que j'ajoute qu'elle est faite avec le plus grand soin et la plus grande habileté. Je me permets d'en faire hommage à l'Académie, au nom du traducteur.

» Je profite de cette occasion pour communiquer à l'Académie un théorème que j'ai trouvé dans mes recherches sur la théorie mécanique de la chaleur, et qui se rattache au sujet que je traite dans ce livre.

» J'ai énoncé, dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le théorème suivant : *La force agissante de la chaleur est proportionnelle à la température absolue* (1). Comme, d'après mes idées, la chaleur n'est autre chose qu'un mouvement, je n'ai pas douté que ce théorème ne correspondît à un théorème général de Mécanique qui dérive des équations du mouvement, de même que le principe de l'équivalence de la chaleur n'est qu'un cas spécial du principe de l'équivalence de la force vive et du travail mécanique. Voici ce théorème, qui se rapporte au mouvement stationnaire d'un système quelconque de points matériels, c'est-à-dire à un mouvement dans lequel les positions et les vitesses des points ne changent pas toujours dans un même sens, mais restent entre de certaines limites.

» Soit donné un système de points matériels $m, m', m'', \ldots$, de coordonnées x, y, z; x', y', z'; x'', y'', z''; ..., qui sont soumis à des forces dont les composantes sont X, Y, Z; X', Y', Z'; X'', Y'', Z''; .... Formons la somme

$$\sum \frac{m}{2}\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right],$$

ou, en désignant par $v, v' v'', \ldots$ les vitesses des points, la somme

$$\sum \frac{m}{2} v^2,$$

qui est connue sous le nom de *force vive* du système, et formons de plus la somme

$$\sum -\frac{1}{2}(Xx + Yy + Zz)$$

dont je propose de nommer la valeur moyenne le *viriel* du système (en allemand *virial*, du mot latin *vis*, la force); alors nous aurons le théorème :

» *La force vive moyenne du système est égale à son viriel.*

---

(1) *Annales de Poggendorff*, t. CXVI. — *Journal de Liouville*, 2e série, t. VIII. — *Théorie mécanique de la Chaleur*, traduite par F. Folie, t. I, p. 257, 261 et 324.

» Si nous distinguons la valeur moyenne d'une quantité, de sa valeur variable, en mettant un trait horizontal au-dessus de la formule qui représente la quantité variable, notre théorème s'exprime par l'équation suivante :

$$\sum \frac{m}{2} \overline{v^2} = -\frac{1}{2} \sum (\overline{Xx + Yy + Zz}).$$

» Quant à la valeur du viriel, elle prend, dans les cas les plus importants de la nature, des formes très-simples.

» Quand il y a deux points m et m', dont la distance est r, et qui exercent l'un sur l'autre une force attractive ou répulsive représentée par la fonction $\varphi(r)$, que nous supposerons positive ou négative, selon que la force est attractive ou répulsive, nous aurons

$$Xx + X'x' = \varphi(r) \frac{x'-x}{r} x + \varphi(r) \frac{x-x'}{r} x' = -\varphi(r) \frac{(x'-x)^2}{r},$$

et, par suite,

$$-\frac{1}{2}(Xx + Yy + Zz + X'y' + Y'y' + Z'z') = \frac{1}{2} r\varphi(r).$$

» En étendant ce résultat à un nombre quelconque de points, qui ne sont soumis qu'à des forces attractives ou répulsives qu'ils exercent les uns sur les autres, on aura

$$-\frac{1}{2} \sum (Xx + Yy + Zz) = \frac{1}{2} \sum r\varphi(r),$$

où la somme de droite est relative à toutes les combinaisons deux à deux des points donnés. Le viriel du système de points a donc, dans ce cas, l'expression

$$\frac{1}{2} \sum \overline{r\varphi(r)}.$$

» On reconnaîtra facilement l'analogie entre cette quantité et une autre quantité connue. Si nous introduisons la fonction $\Phi(r)$, en posant

$$\Phi(r) = \int \varphi(r)\, dr,$$

nous aurons

$$-\Sigma(X dx + Y dy + Z dz) = d\Sigma\Phi(r).$$

» Dans le cas spécial où les forces attractives ou répulsives sont inversement proportionnelles aux carrés des distances, la somme $\Sigma\Phi(r)$, abstraction faite du signe, est nommée le *potentiel* du système. Comme, dans le

cas général, on n'a pas encore donné un nom à cette quantité, je propose (d'après le mot grec ἔργον, œuvre) un nom dont la forme allemande est *ergal*, mais qui, en français, se prononce peut-être mieux *ergiel*. Alors le théoreme connu de l'équivalence de la force vive et du travail mécanique s'exprime d'une manière très-simple, et, pour faire voir plus clairement l'analogie entre ce théorème et celui qui concerne le viriel, je mettrai les deux théorèmes l'un à côté de l'autre :

» 1° *La somme de la force vive et de l'ergiel est constante.*

» 2° *La force vive moyenne est égale au viriel.*

» Pour appliquer notre théorème à la chaleur, considérons un corps comme un système de points matériels en mouvement. Ces points exercent des actions les uns sur les autres, et, en outre, ils sont soumis à des forces extérieures. Nous pourrons donc séparer le viriel en deux parties, dont l'un se rapporte aux forces intérieures et l'autre aux forces extérieures, et que nous nommerons le *viriel intérieur* et le *viriel extérieur*. Le viriel intérieur est représenté par la formule déjà citée

$$\frac{1}{2}\sum r\varphi(r),$$

où le trait horizontal n'est plus nécessaire, parce que, à cause du grand nombre d'atomes qui se meuvent irrégulièrement, la valeur que la somme possède à un certain temps est égale à sa valeur moyenne. Quant au viriel extérieur, on peut, pour le cas le plus ordinaire, où la seule force extérieure qui agisse est une pression uniforme et normale à la surface, l'exprimer par la formule suivante, dans laquelle p représente la pression et v le volume :

$$\frac{3}{2}pv.$$

» Si nous désignons encore la force vive du mouvement que nous nommons chaleur par h, nous aurons

$$h = \frac{1}{2}\sum r\varphi(r) + \frac{3}{2}pv.$$

» Il nous reste à démontrer le théorème énoncé sur le viriel. Cette démonstration est très-facile.

» Les équations du mouvement d'un point matériel m sont

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = X, \quad m\frac{d^2y}{dt^2} = Y, \quad m\frac{d^2z}{dt^2} = Z.$$

Or on a

$$\frac{d^2(x^2)}{dt^2} = 2\frac{d}{dt}\left(x\frac{dx}{dt}\right) = 2\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + 2x\frac{d^2x}{dt^2}.$$

» En multipliant cette équation par $\frac{m}{4}$ et mettant X à la place de $m\frac{d^2x}{dt^2}$, on obtient

$$\frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -\frac{1}{2}\mathrm{X}x + \frac{m}{4}\frac{d^2(x^2)}{dt^2},$$

d'où l'on tire, en intégrant et divisant par t,

$$\frac{m}{2t}\int_0^t\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt = -\frac{1}{2t}\int_0^t \mathrm{X}x\,dt + \frac{m}{4t}\left[\frac{d(x^2)}{dt} - \left(\frac{d(x^2)}{dt}\right)_0\right],$$

$\left(\frac{d(x^2)}{dt}\right)_0$ représentant la valeur initiale de $\frac{d(x^2)}{dt}$.

Les formules

$$\frac{1}{t}\int_0^t\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt \quad \text{et} \quad \frac{1}{t}\int_0^t \mathrm{X}x\,dt,$$

prises pour une grande valeur du temps t, représentent les valeurs moyennes de $\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ et $\mathrm{X}x$, que nous avons désignés par $\overline{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}$ et $\overline{\mathrm{X}x}$. Le dernier terme de l'équation devient, pour un mouvement périodique, égal à zéro à la fin de chaque période, parce que $\frac{d(x^2)}{dt}$ reprend sa valeur initiale $\left(\frac{d(x^2)}{dt}\right)_0$. Si le mouvement n'est pas régulièrement périodique, mais irrégulier, comme le mouvement des atomes dans l'intérieur d'un corps, la différence $\frac{d(x^2)}{dt} - \left(\frac{d(x^2)}{dt}\right)_0$ ne reprend pas aussi régulièrement la valeur zéro, mais, néanmoins, cette valeur se présentera de temps en temps, et, outre cela, le diviseur t fait que ce dernier terme s'évanouit, lorsque le temps t devient assez grand.

» En supprimant donc ce terme, nous pourrons écrire

$$\frac{m}{2}\overline{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2} = -\frac{1}{2}\overline{\mathrm{X}x}.$$

Comme la même équation aura lieu pour les autres coordonnées, nous obtiendrons

$$\frac{m}{2}\left[\overline{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2} + \overline{\left(\frac{dy}{dt}\right)^2} + \overline{\left(\frac{dz}{dt}\right)^2}\right] = -\frac{1}{2}\overline{(\mathrm{X}x + \mathrm{Y}y + \mathrm{Z}z)},$$

ou, plus brièvement,

$$\frac{m}{2}\overline{v^2} = -\frac{1}{2}(\overline{Xx + Yy + Zz}),$$

et, pour un système d'un nombre quelconque de points,

$$\sum \frac{m}{2}\overline{v^2} = -\frac{1}{2}(\overline{Xx + Yy + Zz}).$$

» Ainsi notre théorème est démontré, et l'on voit même qu'il n'existe pas seulement pour le système entier de points et pour les trois coordonnées, prises ensemble, mais aussi pour chaque point et pour chaque coordonnée séparément. »

SÉRICICULTURE. — *Sur les résultats obtenus dans l'éducation des races françaises de vers à soie* à Villa-Vicentina. Extrait d'une Lettre de **M. Pasteur** à M. le Maréchal Vaillant.

« La récolte de la soie est achevée dans toute la propriété de Villa-Vicentina. Dans huit jours au plus, on connaîtra le poids total des cocons, qui sont tous de première qualité et font l'admiration des habitants du pays. C'est à qui élèvera, l'an prochain, de ces belles races françaises. Ceux-là même qui ont échoué sont les premiers à en désirer, car ils sont assez peu nombreux pour convenir que leur insuccès ne peut être attribué qu'à leur propre faute. Le doyen d'âge des colons de la Villa, homme très-respecté et très-respectable, disait hier que, depuis vingt-cinq ans, jamais on n'avait vu tant et de si beaux cocons à la Villa.

» Je suis bien heureux que l'Empereur ait eu la bonne pensée de cette épreuve pratique de mon procédé et sur une aussi grande échelle. A mon retour en France, mon premier soin sera de rédiger une Note à l'Académie, dans laquelle je signalerai au public intéressé cette initiative du chef de l'État. L'an dernier, on a élevé 105 onces de graines à la Villa et le produit n'a pas suffi pour payer les frais de la semence, tant la graine japonaise est peu rémunératrice. Les 100 onces élevées cette année, qui ont coûté 1500 francs, produiront, je l'espère, 20 mille francs environ. Ajoutez à cela que, dans le pays, la plupart des races européennes ont échoué. Aussi l'ardeur est grande parmi les personnes qui cherchent à confectionner des semences saines. Un de nos voisins, le professeur Chiozza, riche agriculteur de la contrée, prépare tout, en ce moment, pour une fabrication de plus de 1000 onces de graine, fabrication qu'il accroîtra beaucoup l'an

prochain. A Villa-Elysa surtout, la récolte a été magnifique. Le gardien de cette habitation, qui a fait l'année dernière pour 80 francs de cocons, retirera cette année-ci plus de 1000 francs de sa récolte.

» J'ai fait avec mon élève M. Raulin, dont je vous ai signalé récemment le beau travail sur le mode de nutrition des moisissures, beaucoup d'expériences nouvelles qui toutes confirment, en les étendant, les principes que j'ai établis dans mon Ouvrage. »

M. le Directeur de l'Observatoire impérial de Paris adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, les volumes parus des *Annales de l'Observatoire* qui manquent à la collection de cette bibliothèque. Cet envoi comprend les tomes V, VII, VIII, IX des *Mémoires*, et les tomes VII, VIII, IX, XI des *Observations*.

M. Yvon Villarceau, à la suite de la présentation de ces volumes faite par M. le Secrétaire perpétuel, s'exprime comme il suit :

« Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de lui donner quelques indications sur le contenu de l'un des volumes qui viennent de lui être présentés.

» Le tome IX des *Mémoires de l'Observatoire impérial* renferme la suite des travaux d'astronomie géodésique que j'ai exécutés sur divers points de la France, avec le Cercle méridien de Rigaud, et la description d'un Chercheur parallactique des comètes, construit, sur mes indications, par M. Eichens, pour l'Observatoire de Lima.

» L'exposé des observations d'astronomie géodésique est précédé de la description du principal instrument mis en usage et d'une indication des méthodes d'observation et de calcul. Les excellentes qualités de l'instrument, en ce qui concerne la détermination astronomique des longitudes, latitudes et azimuts, y sont mises en évidence.

» Les stations où ces observations ont été effectuées sont, indépendamment de celle de Paris, Brest, Rodez, Carcassonne, Saligny-le-Vif, Lyon et Saint-Martin-du-Tertre.

» Ces observations, jointes à quelques-unes de celles exécutées antérieurement, ont conduit à la découverte d'une méthode à l'aide de laquelle les difficultés que l'on avait rencontrées dans la discussion du réseau trigonométrique français sont aplanies : je ne veux pas parler ici des discordances

qui ont exercé la sagacité de Puissant et Broussaud, alors que la méthode des signaux de feu laissait planer tant d'incertitudes sur la détermination astronomique des longitudes, mais de celles que les longitudes obtenues de nos jours, à l'aide des lignes télégraphiques, présentent encore par rapport aux longitudes géodésiques. Les écarts sont parfois assez considérables pour que les erreurs des observations astronomiques soient tout à fait négligeables devant ces mêmes écarts; il en est de même quant aux azimuts. La conséquence de ce fait est fort importante, puisquelle permet de négliger dans la discussion la part des erreurs des observations astronomiques, et de concentrer la recherche des causes de discordance sur deux points qui sont : les erreurs des opérations géodésiques proprement dites, y compris les calculs qui s'y rattachent, et l'existence possible d'attractions locales.

» A Bourges, par exemple, la discordance des longitudes astronomique et géodésique s'élève à 6 secondes; à Strasbourg, je l'ai trouvée de 8″,1. Fallait-il en conclure que les longitudes géodésiques sont en erreur de 6 à 8 secondes en ces points? La conclusion n'eût pas été exacte, puisque l'on n'avait aucun moyen de faire la part des attractions locales. On avait seulement cru pouvoir conclure que les observations astronomiques ne pouvaient servir à contrôler les opérations géodésiques. La discussion de ces discordances et d'autres bien plus considérables que l'on rencontre dans la partie australe de la méridienne de Dunkerque (la discordance des azimuts est de 35″,2 à Carcassonne) m'a mis sur la voie du théorème concernant les effets simultanés des attractions locales sur les longitudes et les azimuts et m'a fait ainsi découvrir un moyen de contrôler l'exactitude des opérations géodésiques. Or, en appliquant ce théorème au côté oriental du parallèle de Paris, je trouve que la combinaison des longitudes et azimuts, indépendante de l'effet des attractions locales, ne s'élève qu'à 2″,5 (1), quantité admissible en raison de l'accumulation des erreurs des angles des triangles compris entre Paris et Strasbourg, et de beaucoup inférieure à 8″,1.

» La même méthode, appliquée à la partie occidentale de ce parallèle, laisse à Brest une erreur de − 13″,1. Quant à la méridienne de Dunkerque, les erreurs à Bourges, à Rodez et à Carcassonne s'élèvent respectivement à − 12″,8; − 25″,6; − 33″,6. Aucune de ces erreurs n'est admissible; la plus grande d'entre elles ne devrait pas excéder 4 à 5 secondes.

(1) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. XII; 1867.

Je dois rappeler que la station de Saint-Martin-du-Tertre a été faite pour vérifier l'exactitude de l'azimut fondamental de Delambre (1), et que cet azimut, malgré l'existence de discordances énormes dans les séries d'observations azimutales du Soleil sur lesquelles il repose, a été cependant trouvé à très-peu près exact.

» L'absence d'observations azimutales en quelques-unes des stations s'est opposée à l'application de la même méthode aux chaînes de triangles qui les relient à Paris. Mais, par ce qui précède, il est évident que les mesures trigonométriques de plusieurs chaînes de nos triangles devront être reprises, si nous voulons que la France puisse concourir, avec les nations de l'Europe centrale, aux grands travaux entrepris, depuis quelques années, par l'Association Géodésique internationale pour l'étude de la figure de la Terre.

» L'Académie apprendra sans doute avec quelque satisfaction que, sur la demande du Bureau des Longitudes, le Dépôt de la Guerre va faire exécuter la triangulation de la Méridienne de France entre Paris et Perpignan.

» D'un autre côté, les questions théoriques n'ont pas été négligées : l'Académie peut se rappeler, en effet, que nous avons eu l'honneur de lui exposer, il y a dix-huit mois, la première méthode qui ait été jusqu'ici indiquée pour résoudre le problème de la détermination de la *vraie* figure de la *surface de niveau* des mers prolongée au travers des continents. »

M. le Secrétaire perpétuel dépose sur le bureau de l'Académie la seconde partie de la *Table générale des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (t. XXXII à LXI, 6 janvier 1851 au 30 décembre 1865), et annonce que ce volume, faisant suite à la *Table des auteurs*, publiée précédemment, et contenant la *Table des matières*, est en distribution au Secrétariat.

M. Élie de Beaumont saisit cette occasion pour payer un juste tribut d'éloges et de regrets à l'auteur de ces deux parties, *M. Vavasseur*, qui a succombé à une longue et douloureuse maladie au moment même où s'en terminait l'impression. Dans l'exécution de ce grand travail et dans le concours qu'il a souvent prêté à la rédaction des *Comptes rendus*, M. Vavasseur a montré une entente peu commune de tout ce qui tient à la bibliographie

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 776.

scientifique, en même temps qu'il a su conquérir l'estime et l'amitié de tous ceux avec lesquels cette tâche ardue et laborieuse l'a mis en rapports journaliers.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRO-DYNAMIQUE. — *Mémoire sur les équations générales des mouvements intérieurs des corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état; par* **M. MAURICE LÉVY.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Combes, Serret, Bonnet, de Saint-Venant, Phillips.)

« Dans ce Mémoire, on établit pour des mouvements quelconques dans l'espace, et aussi pour ceux du cas important où tout est symétrique autour d'un axe, les équations générales de ces mouvements de déformation des masses ductiles, qui avaient été données par M. de Saint-Venant, dans une Note du 7 mars 1870 (*), pour le seul cas de mouvements tous semblables dans des plans parallèles, où l'on peut abstraire la dimension qui leur est perpendiculaire et ne considérer que deux des trois coordonnées des points.

» Soient généralement :

» u, v, w les composantes de la vitesse d'un point quelconque du corps ductile dans les sens respectifs de ses coordonnées rectangles x, y, z;

» X_0, Y_0, Z_0 les sommes de composantes, dans les mêmes sens, des forces (telles que la pesanteur) émanant de centres d'action éloignés, par unité de masse au même point (x, y, z);

» N_x, N_y, N_z les composantes normales des pressions supportées, au même point, par l'unité superficielle de trois petites faces respectivement perpendiculaires aux x, aux y, aux z;

» Δ_x, Δ_y, Δ_z ces trois composantes diminuées de leur moyenne $\frac{1}{3}(N_x + N_y + N_z)$;

» T_x, T_y, T_z les composantes tangentielles des mêmes pressions; la première étant la composante suivant les z de la pression sur une face $= 1$ perpendiculaire aux y, ou réciproquement; et les deux autres étant des composantes analogues, obtenues en permutant x, y, z circulairement;

» ρ la densité de la matière ductile;

» K son coefficient de résistance à la rupture par glissement transversal, ou au cisaillement, pour l'unité superficielle.

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 479.

Si l'on fait, pour abréger,

$$\Delta_y \Delta_z + \Delta_z \Delta_x + \Delta_x \Delta_y - T_x^2 - T_y^2 - T_z^2 = q,$$

$$\Delta_x T_x^2 + \Delta_y T_y^2 + \Delta_z T_z^2 - \Delta_x \Delta_y \Delta_z - 2 T_x T_y T_z = r,$$

les neuf équations *indéfinies* ou applicables à tous les points de la masse, propres à déterminer, avec les conditions définies ou *conditions-limites* particulières à chaque problème, les neuf inconnues u, v, w, N_x, N_y, N_z, T_x, T_y, T_z, sont :

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{dN_x}{dx} + \dfrac{dT_z}{dy} + \dfrac{dT_y}{dx} = \rho \left(X_0 - \dfrac{du}{dt} - u \dfrac{du}{dx} - v \dfrac{du}{dy} - w \dfrac{du}{dz} \right), \\ \dfrac{dT_z}{dx} + \dfrac{dN_y}{dy} + \dfrac{dT_x}{dz} = \rho \left(Y_0 - \dfrac{dv}{dt} - u \dfrac{dv}{dx} - v \dfrac{dv}{dy} - w \dfrac{dv}{dz} \right), \\ \dfrac{dT_y}{dx} + \dfrac{dT_x}{dy} + \dfrac{dN_z}{dz} = \rho \left(Z_0 - \dfrac{dw}{dt} - u \dfrac{dw}{dx} - v \dfrac{dw}{dy} - w \dfrac{dw}{dz} \right), \\ 8(2K^2 + q)^3 - 3q^2(4K^2 + q) + 27 r^2 = 0, \\ \dfrac{du}{dx} + \dfrac{dv}{dy} + \dfrac{dw}{dz} = 0, \\ \dfrac{T_x}{\dfrac{dv}{dz} + \dfrac{dw}{dy}} = \dfrac{T_y}{\dfrac{dw}{dx} + \dfrac{du}{dz}} = \dfrac{T_z}{\dfrac{du}{dy} + \dfrac{dv}{dx}} = \dfrac{N_y - N_z}{2\left(\dfrac{dv}{dy} - \dfrac{dw}{dz}\right)} = \dfrac{N_z - N_x}{2\left(\dfrac{dw}{dz} - \dfrac{du}{dx}\right)}. \end{array} \right.$$

» Lorsqu'on peut abstraire la coordonnée y, la deuxième équation (1) n'existe pas, vu qu'on a $T_x = 0$, $T_z = 0$, $v = 0$, et les $\frac{d}{dy}$ nuls. La quatrième équation, fort compliquée comme on voit dans le cas général, se réduit à $4T_y^2 + (N_z - N_x)^2 = 4K^2$; et les quatre dernières se réduisent à deux, dont une seulement avait été donnée dans la Note du 7 mars par M. de Saint-Venant, vu qu'il ne s'occupait pas de la composante N_y, moins utile à considérer, et qui cependant existe et est égale à $\frac{1}{2}(N_x + N_z)$, comme le démontre M. Lévy.

» Lorsqu'il y a symétrie autour de l'axe des z, cas intéressant à considérer, car c'est celui des expériences de M. Tresca, tant d'*écoulement* que de poinçonnage, si l'on nomme :

» U, W les composantes de la vitesse d'un point du bloc ductile cylindrique suivant le rayon vecteur r tiré perpendiculairement de ce point sur l'axe, et suivant la coordonnée z;

» N_r, N_z, N_ω les composantes normales par unité superficielle sur des faces perpendiculaires à r et à z, et sur une face méridienne, se croisant toutes trois au même point;

» T la composante, suivant le rayon r, de la pression s'exerçant sur une face perpendiculaire à l'axe de symétrie, ou bien celle, de même grandeur, suivant une parallèle à l'axe, de la pression sur une face perpendiculaire au rayon;

» R_0, Z_0 les composantes de la force extérieure, à centre éloigné, par unité de masse, parallèlement aux r et aux z respectivement;

» L'on a, pour déterminer U, W, N_r, N_z, N_ω, T, les six équations indéfinies :

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dN_r}{dr} + \dfrac{dT}{dz} + \dfrac{N_r - N_\omega}{r} = \rho\left(R_0 - \dfrac{dU}{dt} - U\dfrac{dU}{dr} - W\dfrac{dU}{dz}\right), \\ \dfrac{dT}{dr} + \dfrac{dN}{dz} + \dfrac{T}{r} = \rho\left(Z_0 - \dfrac{dW}{dt} - U\dfrac{dW}{dr} - W\dfrac{dW}{dz}\right), \\ 4T^2 + (N_r - N_z)^2 = 4K^2, \\ \dfrac{dU}{dr} + \dfrac{U}{r} + \dfrac{dW}{dz} = 0, \\ \dfrac{T}{\dfrac{dW}{dr} + \dfrac{dU}{dz}} = \dfrac{N_r - N_2}{2\left(\dfrac{dU}{dr} - \dfrac{dW}{dz}\right)} = \dfrac{N_r - N_\omega}{2\left(\dfrac{dU}{dr} - \dfrac{U}{r}\right)}. \end{array}\right.$$

» On peut ordinairement, vu que les mouvements sont généralement supposés très-lents, et que les effets de la pesanteur sont négligeables, mettre zéro à la place des seconds membres des trois premières équations (1) ou des deux premières (2).

» C'est ce qu'on ne ferait pas si, au lieu d'un solide ductile, on avait une pâte molle ou un liquide visqueux mû avec des vitesses telles, que les effets de l'inertie de la matière ne fussent pas négligeables. Et l'on a pu voir, par la Note du 7 mars, que M. de Saint-Venant ajoute alors, aux premiers membres de ces mêmes premières équations, des termes différentiels comme ceux des équations de Navier, affectés d'un coefficient de frottement intérieur ε qu'il ne faut point confondre avec K, mesurant alors la *viscosité* du liquide ou la cohésion de la pâte. »

M. Ch. Dupuis soumet au jugement de l'Académie une description, accompagnée d'un modèle de petite dimension, de son « levier hydraulique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. H. Meyer adresse, de Charleston, deux séries de nouvelles remarques sur l'Analyse indéterminée.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, Commission composée de la Section de Géométrie.)

M. A. Drouet adresse, pour le concours du legs Bréant, une Note manuscrite sur le traitement du choléra par le collodion riciné. Cette Note fait suite à une brochure sur le collodion riciné, que l'auteur a déjà adressée pour le concours de l'année 1870.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. l'abbé Aoust adresse une nouvelle Lettre, relative à sa candidature à la place actuellement vacante dans la Section de Géométrie : il renouvelle l'engagement qu'il a déjà pris, de venir résider à Paris dans le cas où l'Académie l'honorerait de son choix.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Géométrie.

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de *M. P. Volpicelli*, de deux brochures imprimées en italien et portant pour titres « Opinions et expériences anciennes et modernes, concernant la chaleur du rayonnement lunaire et stellaire » et « Sur un baromètre photographique, et formules pour compenser automatiquement les effets de la température dans un baromètre quelconque ».

« **M. le Secrétaire perpétuel** fait hommage à l'Académie, au nom de M. le professeur *Zantedeschi*, d'une Note imprimée en italien, ayant pour titre : *Pluie et neige mêlées de diverses substances, tombées, dans la nuit du* 13 *au* 14 *février* 1870, *dans la Ligurie, dans le Piémont et dans d'autres parties de l'Italie, avec les analyses qualitatives et quantitatives*. La concordance de ce phénomène en différentes parties de l'Italie paraît, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi, mériter l'attention des savants, et les analyses qualitatives et quantitatives qui ont été exécutées paraissent de nature à jeter de la lumière sur l'origine de ce phénomène, et réclament une nouvelle investigation de la part des météorologistes. »

ASTRONOMIE. — *Du passage de Vénus sur le Soleil en* 1874; *par* **M. Puiseux.**

« J'ai présenté l'année dernière à l'Académie une Note relative au prochain passage de Vénus sur le Soleil (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 321).

Une petite erreur, que j'ai reconnue depuis, s'était glissée dans mes calculs, en sorte que les nombres donnés comme ayant toute la précision que les Tables comportent ne remplissent pas exactement cette condition. Voici les résultats corrigés :

Circonstances du phénomène pour un observateur supposé au centre de la Terre.

1874, Décembre 8.

Entrée du *centre* de Vénus sur le disque du Soleil..	14^h.10^m,15^s	T. M. de Paris.
Sortie du *centre* de Vénus	18.21,57	
Durée du passage du *centre*	4.11,42	

» Les arcs qui, sur la circonférence du disque solaire, s'étendent de l'extrémité orientale du diamètre, dirigé suivant l'écliptique, aux points d'entrée et de sortie sont de 48°52′ et 112°54′.

» Les heures des contacts intérieurs et extérieurs déduites des nombres précédents s'accordent, à trois ou quatre secondes près, avec celles que M. Hind a fait connaître en 1861 (*Comptes rendus*, t. LIII, p. 131).

Circonstances du passage pour un observateur placé à la surface de la Terre : formules approchées.

Entrée du centre. $14^h.10^m,15 + (0,8498)\cos A\cos L + (0,7102)\cos A\sin L - (0,8553)\sin A,$

Sortie du centre.. $18.21,57 + (0,5872)\cos A\cos L + (0,5634)\cos A\sin L + (0,9989)\sin A,$

Durée du passage. $4.11,42 - (0,5066)\cos A\cos L - (0,1677)\cos A\sin L + (1,2340)\sin A.$

» La longitude L est regardée comme positive à l'est du méridien de Paris. La parallaxe solaire est supposée égale à 8″,90 à la distance moyenne. Les nombres entre parenthèses sont les logarithmes des facteurs dont ils tiennent la place, ces derniers étant exprimés en minutes de temps.

» Ces formules peuvent être écrites d'une autre manière. Soient A, A′, A″ trois points choisis comme il suit, sur le globe terrestre :

	Longitude.	Latitude.
A..........................	155°.23′,0 O.	78°.21′,4 N.
A′.........................	144. 3,5 O.	39.20,9 N.
A″.........................	136.34,4 O.	61.54,8 S.

» On aura pour un point quelconque M pris à la surface de la Terre supposée sphérique :

Heure de l'entrée	$14^h.10^m,2 - 11^m,3\cos A'M$
Heure de la sortie............	$18.21,6 - 11,3\cos A''M$
Durée du passage............	$4.11,4 + 17,5\cos AM$

» Le tableau que j'ai donné dans la Note citée doit en conséquence être remplacé par le suivant :

	Longitude.	Latitude.	Durée du passage.	Hauteur du Soleil à l'entrée.	Hauteur du Soleil à la sortie.
Sibérie	117°,3 E.	55°,0 N.	4^m.25^s,6	8°,5	6°,7
Yeddo	137,4 E.	35,6 N.	4.22,5	31,1	11,9
Pékin	114,1 E.	39,9 N.	4.22,4	20,7	20,7
Shanghaï	119,2 E.	31,3 N.	4.20,6	30,4	25,6
Hobart Town	145,0 E.	42,9 S.	4. 1,1	69,9	35,3
Ile Amsterdam ...	75,1 E.	37,8 S.	3.59,1	28,7	73,7
Ile de Kerguélen .	67,2 E.	49,3 S.	3.56,7	24,5	60,9
Terre Victoria ...	167,0 E.	72,0 S.	3.56,0	39,3	23,4
Terre d'Enderby .	48,0 E.	66,5 S.	3.54,4	17,9	41,2

» Les corrections que je viens d'indiquer ne modifient d'ailleurs en aucune façon les conclusions relatives au choix des stations les plus favorables pour l'observation du phénomène. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la surface des centres de courbure d'une surface algébrique.* Note de **M. G. Darboux**, présentée par M. Bertrand (1).

« Dans la séance du 9 mai dernier, M. Mannheim a fait une intéressante Communication sur les normales aux surfaces algébriques. C'est M. Terquem, comme le fait remarquer M. Mannheim, qui a, le premier, déterminé le nombre des normales qu'on peut mener d'un point à une surface d'ordre m. Mais personne, à ma connaissance du moins, n'a traité la question suivante qui fera l'objet de cette Communication :

» *Déterminer l'ordre, la classe et les singularités de la surface des centres de courbure.*

» Désignons par N le nombre des normales qu'on peut mener d'un point à une surface d'ordre m, et par P le nombre des normales à la même surface, situées dans un plan quelconque. On aura, comme on sait,

$$(1) \qquad N = m^3 - m^2 + m, \quad P = m(m-1).$$

» Nous emploierons ces deux résultats.

» Désignons par O et par C l'ordre et la classe de la surface des centres de courbure. Pour déterminer ces deux nombres, nous nous servirons de

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

la propriété suivante, dont la démonstration analytique est très-simple, et qui a d'ailleurs été donnée par MM. August et Mannheim.

» Les pieds des normales abaissées des points d'une droite sur la surface forment une courbe d'ordre m^2, $K^{m,m}$ coupant la droite aux mêmes points que la surface. Cette courbe est l'intersection de la surface proposée et d'une autre surface de degré m.

» Cela posé, parmi les plans passant par la droite, ceux qui seront tangents à la surface des centres de courbure se distingueront par la propriété de contenir deux normales infiniment voisines; ils seront, par conséquent, tangents à la courbe $K^{m,m}$, lieu des pieds des normales rencontrant la droite. Or, d'après des principes connus, le nombre des plans tangents à une courbe $K^{m,m}$, passant par une droite quelconque, est égal à $m^2(2m-2)$. Ici, la droite rencontrant la courbe en m points, ce nombre doit être diminué de $2m$. On a donc

(2) $$C = m^2(2m-2) - 2m.$$

» Pour déterminer les autres inconnues, nous établirons une correspondance entre des plans passant par la droite, par la condition que deux normales situées respectivement dans ces deux plans viennent se couper sur la droite. Dans ce cas à un plan, qui contient P normales, correspondront $P(N-1)$ autres plans. D'ailleurs, les deux plans correspondants ne peuvent coïncider que dans les deux cas suivants : 1° Si deux normales se coupant en un point de la droite déterminent un plan passant par la droite : alors le plan des deux normales se correspondra à lui-même. Soit X le nombre inconnu de ces plans. 2° Si l'un des plans passe par la normale double, qu'on peut mener de chaque point où la surface des centres rencontre la droite. Le nombre de ces plans est évidemment égal à l'ordre O de la surface des centres. On aura donc, d'après *le principe de correspondance,*

(3) $$2P(N-1) = O + X.$$

» Établissons maintenant une correspondance entre des points situés sur la droite, par la condition que deux normales aux points correspondants soient dans un même plan. On aura de même

(4) $$2(P-1)N = C + X.$$

» Les équations précédentes permettent de déterminer O et X, on en déduit

(5) $$O - C = 2(N-P);$$

d'où

(6) $$O = 2m(m-1)(2m-1).$$

» La méthode précédente s'applique à tous les systèmes de *rayons rectilignes* considérés par M. Kummer. On voit que, pour déterminer l'ordre et la classe de la surface enveloppe des rayons, il faudra connaître pour tout système de rayons N, P, X. Les deux premiers ont été nommés par M. Kummer l'ordre et la classe du système de rayons rectilignes (1).

» Les résultats précédents se vérifient pour la surface des centres d'un ellipsoïde qui est, comme on sait, du douzième ordre et de la quatrième classe. Mais il sera bon de les contrôler dans le cas d'une surface du degré m, en cherchant directement les points à l'infini sur la surface des centres. Ces points se divisent en deux séries, ceux qui proviennent des points à l'infini sur la surface proposée, et ceux qui proviennent des points situés à distance finie. Commençons par les premiers.

» La surface proposée coupe le plan de l'infini suivant une courbe d'ordre m, le long de laquelle les normales à la surface sont *toutes* dans le plan de l'infini. Ces normales enveloppent une courbe remarquable d'ordre $3m(m-1)$ et de classe m^2, qui fait partie de la surface des centres de courbure (on voit donc que *la section par le plan de l'infini est une ligne de courbure pour toute surface*). Il y a, en outre, une deuxième courbe qui est *une courbe de rebroussement* pour la surface des centres de courbure. C'est la polaire réciproque, par rapport au cercle de l'infini, de la section de la surface proposée par le plan de l'infini. Cette courbe est du degré $m(m-1)$ et devra être comptée trois fois.

» Considérons maintenant les points situés à distance finie sur la surface proposée. Le centre de courbure ne pourra être rejeté à l'infini que si deux normales infiniment voisines sont parallèles, c'est-à-dire si le point est un point à indicatrice parabolique de la surface proposée. Ces points jouissant de cette propriété remarquable se trouvent, comme on sait, à l'intersection de la surface proposée d'ordre m, et de sa *Hessienne* d'ordre $4(m-2)$. Nous avons donc à traiter la question suivante : « Trouver la section, par le » plan de l'infini, de la surface gauche formée par les normales en tous les » points paraboliques de la surface. » La courbe de ces points coupe le plan de l'infini en $4m(m-2)$ points. Les normales en ces points sont dans le plan

---

(*) L'équation (5) a été déjà donnée pour les rayons rectilignes par M. Klein. (*Voir* une Communication de M. Lie sur les complexes de Rege dans les *Nouvelles de l'Académie de Gœtingue*.

de l'infini. La surface gauche des normales d'ordre $4m^2(m-2)$ coupe donc le plan de l'infini suivant $4m(m-2)$ droites et suivant une courbe, non décomposable, d'ordre

$$4m(m-1)(m-2).$$

» En ajoutant les degrés des trois courbes trouvées, nous obtenons

$$O = 6m(m-1) + 4m(m-1)(m-2) = 2m(m-1)(2m-1),$$

résultat d'accord avec celui qui a été donné plus haut.

» La surface des centres n'a pas en général de point singulier, mais elle a une ligne double; tout plan de symétrie de la proposée la coupe suivant la développée de la section principale d'ordre $3m(m-1)$ et suivant une courbe de rebroussement d'ordre

$$\frac{m(m-1)(4m-5)}{3}.$$

» On s'explique aussi pourquoi on ne peut mener que $m(m-1)^2$ normales parallèles à une droite donnée. En effet, si par un point du plan de l'infini on veut mener des normales à la surface, on en trouvera $m^3 - m^2 + m$ comme dans le cas général, mais m^2 de ces normales sont dans le plan de l'infini, et ne sont pas comptées.

» M. Clebsch a prouvé, le premier, que la surface des centres d'un ellipsoïde a huit plans tangents singuliers ayant un contact triple avec la surface en tous les points d'une section conique. Ce résultat remarquable s'explique facilement et peut être généralisé. Mais j'aurai besoin de m'appuyer sur la remarque suivante, qui me paraît nouvelle.

» Considérons une équation différentielle que, pour plus de simplicité, nous supposerons du second degré en $\frac{dy}{dx}$:

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + B\frac{dy}{dx} + C = 0,$$

A, B, C étant des fonctions de x et de y. On admet qu'en général les courbes représentées par cette équation différentielle ont une enveloppe, et que cette enveloppe est donnée par l'équation

$$R = B^2 - 4AC = 0.$$

C'est précisément le cas contraire qui arrive : en général *les cercles n'ont pas d'enveloppe, et la courbe* $R = 0$ *est le lieu de leurs points de rebroussement.*

» Si les courbes avaient en effet une enveloppe, pour tous les points de

celle-ci, le $\frac{dy}{dx}$ serait donné par l'équation différentielle; on aurait

$$\frac{\partial R}{\partial x} + \frac{\partial R}{\partial y}\frac{dy}{dx} = 0, \quad \text{et} \quad \frac{dy}{dx} = -\frac{B}{2A},$$

d'où

$$\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{B}{2A}\frac{\partial R}{\partial y} = 0.$$

» Cette dernière équation devrait donc être vérifiée en même temps que l'équation $R = 0$, ce qui n'a pas lieu en général, puisque R et $\frac{B}{2A}$ sont des fonctions indépendantes l'une de l'autre.

» Appliquons ce résultat aux lignes de courbure.

» En général, la courbe qu'on obtient sur la surface, en exprimant que les directions des deux lignes de courbure coïncident, n'est pas une enveloppe imaginaire des lignes de courbure (c'est le lieu de leurs points de rebroussement) *toutes les fois qu'il y aura une enveloppe imaginaire pour les lignes de courbure, cette enveloppe se composera de lignes droites allant rencontrer le cercle de l'infini.*

» C'est le cas qui se présente pour les surfaces du second degré : l'enveloppe des lignes de courbure se compose des huit génératrices allant couper le cercle de l'infini. De même pour les surfaces du quatrième ordre, qui ont le cercle de l'infini pour ligne double, et que j'ai proposé d'appeler *cyclides*. L'enveloppe des lignes de courbure se compose de seize droites de la surface, etc.

» Supposons qu'une surface algébrique ait une ligne droite allant couper le cercle de l'infini. Alors les plans tangents aux différents points de cette droite ne coïncident pas en général; mais *les normales en tous les points sont toujours dans un même plan* passant par la droite et tangent au cercle de l'infini; elles enveloppent dans ce plan une courbe algébrique suivant laquelle le plan a un contact triple avec la surface des centres de courbure.

» C'est ainsi que, dans le cas du second degré aux huit droites allant couper le cercle de l'infini, correspondent les huit coniques singulières de la surface des centres.

» De même, si une surface du troisième degré contient une droite allant passer par le cercle de l'infini, les normales en tous les points de cette droite envelopperont une courbe plane du quatrième ordre et de la troisième classe.

» Je terminerai en indiquant des formules très-simples relatives à la surface des centres de courbure de l'ellipsoïde. Si l'on désigne par ρ, ρ_1 les paramètres des surfaces homofacales passant au pied de la normale, le centre de courbure correspondant sera donné par les formules

$$x^2 = \frac{(a^2 - \rho^2)^3 (a^2 - \rho_1^2)}{a^2 (a^2 - b^2)(a^2 - c^2)}, \quad y^2 = \frac{(b^2 - \rho^2)^3 (b^2 - \rho_1^2)}{b^2 (b^2 - a^2)(b^2 - c^2)}, \quad z^2 = \ldots.$$

Le rayon de courbure aura pour valeur

$$R^2 = \frac{\rho^3 \rho^1}{abc}.$$

» On aurait le second centre en permutant ρ et ρ_1. Enfin on obtient les huit coniques, en faisant $\rho = \rho_1$ dans les formules précédentes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Renversement des deux lignes du sodium dans le spectre de la lumière d'une protubérance.* Note de **M. G. Rayet**, présentée par M. Delaunay.

« Les recherches de spectroscopie solaire que j'ai entreprises en décembre 1868, à mon retour de la presqu'île de Malacca, ont, depuis cette époque, été continuées avec assiduité. Les résultats importants se sont présentés en foule, mais aujourd'hui la connaissance assez complète de la lumière des protubérances ne laisse plus à découvrir que les particularités les plus délicates, et des remarques nouvelles ne peuvent être faites qu'avec le secours de spectroscopes spéciaux et lorsqu'on est favorisé par une atmosphère calme et transparente.

» Depuis quelque temps, déjà je fais usage, pour mes études du spectre solaire, d'un spectroscope spécial construit, sur mes indications, par MM. Eichens et Duboscq.

» Le collimateur est formé par une fente en acier trempé, placée au foyer principal d'une lentille de 30 centimètres de distance focale et de 28 millimètres d'ouverture. Les fentes en acier l'emportent de beaucoup sur les fentes ordinaires en laiton; elles peuvent, en effet, à cause de la dureté du métal, être travaillées avec une grande perfection, et il est possible de les terminer par des faces presque tranchantes, en sorte que les grains de poussière ne se fixent que difficilement entre leurs lèvres.

» Le système dispersif se compose de trois prismes en flint lourd, de Fell, un peu jaune, mais remarquablement réfringent et dispersif, puisque,

avec ces trois prismes, dont l'angle ne dépasse pas 50 degrés, les rayons lumineux se trouvent déviés de 160 degrés environ, presque ramenés sur eux-mêmes. De C à G, la dispersion est de 21 degrés. Ces trois prismes se posent et se fixent, par un pied métallique, sur une plaque de cuivre épaisse et rigoureusement plane; par quelques retouches sur les pieds des prismes on arrive à rendre leurs arêtes réfringentes parallèles à la fente et perpendiculaires au plan sur lequel les prismes posent. Le réglage se fait ainsi une fois pour toutes et n'est point à recommencer chaque fois que les prismes sont déplacés. Le premier prisme, le plus voisin du collimateur, est mobile autour de son axe seulement; les deux suivants tournent autour de leur axe et se déplacent dans des coulisses obliques de manière à être toujours amenés dans la couleur à étudier; la dispersion des deux premiers prismes est telle, que le spectre est déjà trop étalé pour être en entier reçu par le troisième.

» La lunette astronomique pour regarder le spectre a 30 centimètres de foyer et se trouve pourvue d'un micromètre à fils d'araignée.

» La perfection de l'ensemble de l'appareil est telle, que les raies y sont très-peu courbes, et qu'elle permet de distinguer toutes les lignes du dessin de Kirchhoff.

» Le spectroscope se monte d'ailleurs sur le grand équatorial de la tour ouest de l'Observatoire, dont l'objectif a 31 centimètres d'ouverture libre et $5^m,50$ de foyer. Lorsque le Soleil est, comme aujourd'hui, à une grande latitude nord, il faut, pour n'être pas aveuglé par l'éclat du spectre, réduire à 20 centimètres l'ouverture libre de l'objectif.

» Cet instrument m'a permis de faire, jeudi dernier, l'observation capitale (1) du renversement des raies D du sodium; c'est sur les détails de ce fait que je désire insister.

» Le jeudi 16 juin, vers midi, on pouvait voir sur le côté sud-ouest du Soleil, dans le voisinage de la partie du bord qu'une grosse tache circulaire allait atteindre dans deux ou trois jours, une magnifique protubérance d'environ 3 minutes de hauteur; sa forme générale était celle d'un tronc de cône, et elle paraissait reposer sur le bord solaire. A droite et à gauche, des protubérances de faible hauteur, mais fort brillantes, témoignaient qu'une grande activité était concentrée dans cette région du Soleil. Avec la fente

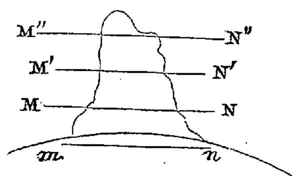
---

(1) Le renversement des raies D paraît avoir été vu par M. Lockyer le 28 février 1869 (*Comptes rendus*, 12 juillet 1869); il est d'ailleurs peut-être compris dans *les centaines* de renversements annoncés par cet astronome dans sa dernière Communication.

tangente, les lignes C, D‴ et F, que l'on voit toujours sur le bord du Soleil, brillaient du plus vif éclat, et toutes trois présentaient l'aspect, souvent observé, de grains de chapelet. On sait d'ailleurs que les parties les plus brillantes et qui semblent les plus larges, le centre des grains, répondent à la partie centrale des diverses protubérances dont l'image se forme sur la fente.

» La fente du spectroscope étant tangente aux bords du Soleil, il était facile, par un faible mouvement donné à la main au rouage de Foucault qui conduit l'équatorial, de placer la fente, soit sur le disque solaire, soit à diverses hauteurs dans la protubérance. A chaque position correspondait un aspect spécial du spectre.

» 1° *Fente en* mn *empiétant encore sur le disque solaire.* — Les lignes D′ et D″ du sodium ont un aspect baveux, preuve évidente d'une absorption considérable; le spectroscope est en effet très au point, car les lignes jaunes du calcium sont fort nettes.



» 2° *Fente en* MN. — Les lignes du sodium sont toujours noires et diffuses; elles paraissent un peu affaiblies et tendent à devenir grises. La ligne jaune D‴ brille d'un vif éclat.

» 3° *Fente en* M′N′. — La ligne D‴ est toujours très-brillante. Les deux lignes D′ et D″ du sodium ont complétement disparu vers le milieu du champ. En déplaçant un peu la fente, on trouve bien vite une position pour laquelle *les deux lignes du sodium deviennent brillantes* sur une portion de leur longueur.

» 4° *Fente en* M″N″ *vers le sommet de la protubéranee.* — La ligne D‴ est toujours brillante, ce qui prouve qu'on n'est pas sorti des limites de la protubérance, mais les lignes du sodium sont redevenues noires, et ont repris l'aspect qui convient au spectre de la lumière diffuse du voisinage du Soleil.

» L'apparence des lignes du sodium, au moment où elles se trouvaient interverties dans la portion de leur longueur répondant à la protubérance, mérite une mention spéciale. La fente étant en M′N′, les lignes du sodium sont, vers les bords du champ, fortement noires et bien limitées; en approchant de la protubérance, elles deviennent grises et diffuses, et sur la protubérance elle-même les parties brillantes, terminées en pointes aiguës, sont comprises entre deux traits qui paraissent obscurs; l'aspect était à peu près celui de la figure ci-jointe. Nous remarquerons encore que la

partie lumineuse de D′ et D″ n'était guère que le cinquième de la longueur de la ligne brillante D″.

D″

D′

» J'ai vu le renversement des lignes du sodium à plusieurs reprises pendant près de deux heures; il n'y a aucun doute possible sur la réalité du phénomène et son apparence.

» Le renversement des lignes b_1 et b_2 du magnésium, que l'on obtenait à la base de la même protubérance, se faisait d'ailleurs avec le même caractère d'une petite partie lumineuse, limitée à droite et à gauche par deux bandes obscures.

» L'apparition de ces bandes obscures de chaque côté des lignes D′ et D″ ou b_1 et b_2 renversées, est un phéomène qu'il faudra interpréter et que nous chercherons à reproduire, en variant les circonstances de la célèbre expérience de Foucault sur le renversement des lignes D.

» Le P. Secchi et M. N. Lockyer avaient déjà constaté le renversement de certaines lignes du magnésium ou du fer, mais l'interversion des lignes du sodium, que je viens de réobserver, me paraît avoir une importance théorique capitale, supérieure à celle du renversement de toute autre raie; car, pouvant facilement reproduire le phénomène dans un laboratoire, il sera possible d'en étudier à loisir toutes les circonstances.

» Vers la base de la protubérance, dont l'étude est l'objet de cette Note, on obtenait, outre les lignes brillantes ordinaires et le renversement des lignes D′ et D″, le renversement des raies dont les longueurs d'onde, relevées sur les planches d'Angström, sont les suivantes.

Dix-millionièmes de millimètre.		
4923,2	Fer.	Vue par Lockyer.
5014,2	Fer.	
5017,6		Vue par Lockyer.
5168,3	Nickel.	C'est la ligne b_3 située entre b_2 et b_1 du magnésium.
5172,0	Magnésium b_2.	Déjà vues par le R. P. Secchi.
5183,0	Magnésium b_1.	Déjà vues par le R. P. Secchi.
5197,0		
5316,0	Fer.	Vue par Lockyer.
5357,0		Vue par le R. P. Secchi.

» La plupart de ces lignes étaient très-faibles, et ne devenaient lumineuses que tout à fait à la base de la protubérance, presque sur les bords du Soleil; trois d'entre elles ne peuvent s'identifier avec celles déjà vues par les autres observateurs. Comme dans l'observation du R. P. Secchi, il

n'y avait d'ailleurs que deux des lignes du magnésium devenues brillantes.

» Le vendredi 17 juin, la région solaire déjà explorée le jeudi montrait encore le renversement de certaines des lignes précédentes, et, avec une fente perpendiculaire au bord, on constatait que les lignes b_1 et b_2 du magnésium, b_3 du nickel, la ligne 5316,0 du fer; les deux lignes 5017,6 et 5014,2 ne se montraient lumineuses que sur une longueur bien moindre que celle des lignes principales de l'hydrogène. C'était un phénomène identique à celui de l'inégalité de hauteur des lignes brillantes que j'ai observé pendant l'éclipse de 1868.

» En résumé, le spectre de la protubérance que j'ai examiné le 16 juin présentait les cinq lignes brillantes ordinaires C, D''', F, H_γ (près de G) et H_δ (*h* d'Angström), les deux lignes du sodium et neuf autres lignes comprises dans le tableau précédent : en tout quatorze lignes lumineuses. Il est donc possible, dans les circonstances favorables d'une éclipse totale, d'observer *neuf* lignes brillantes, comme cela m'est arrivé à Malacca le 18 août 1868, et non pas seulement *trois*, *cinq* ou *six*. Si je pense que le spectre des protubérances peut donner des lignes lumineuses en assez grand nombre et variables avec les circonstances, jamais il ne m'a été permis d'en observer des centaines.

» Avec le spectroscope employé dans les études précédentes, j'ai pu observer pendant quatre jours consécutifs, du 17 au 21 mai, le renversement de la ligne C dans une même tache solaire. C'est un exemple intéressant de ce phénomène à joindre à celui décrit par le R. P. Secchi, et à celui que j'ai publié dans les *Comptes rendus* du 18 avril 1870. »

PHYSIQUE. — *Détermination de l'intensité magnétique terrestre en valeur absolue.* Note de **MM. A. Cornu** et **J. Baille**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Ayant été conduits (1) à mesurer la valeur de la force magnétique terrestre par la méthode de Gauss, nous avons cherché à vérifier nos ré-

---

(1) Nous nous sommes proposé de déterminer avec précision quelques constantes relatives à la physique terrestre et à l'astronomie. L'expérience de Cavendish (densité de la terre) est une de celles que nous avons le plus hâte de mener à bonne fin; et c'est pour acquérir l'habitude des instruments fondés sur l'emploi de la torsion, des oscillations et des petites déviations angulaires, que nous avons entrepris ces déterminations magnétiques. Un appareil provisoire, semblable à celui de Cavendish, mais perfectionné à divers points de vue, fonctionne déjà très-régulièrement et nous fait espérer de bons résultats.

sultats par une seconde méthode due à M. W. Weber. La concordance de ces méthodes et la solution de quelques difficultés pratiques peuvent donner un certain intérêt à ces recherches.

» Les observations ont été faites l'hiver dernier, dans les caves de l'École Polytechnique, et elles sont rapportées à un point particulier, plus éloigné des influences perturbatrices.

» I. La méthode de Gauss consiste, comme on sait, à mesurer la déviation produite sur une aiguille aimantée par un barreau dont on connaît le temps d'oscillation, sous l'influence de la terre.

» Nous avons fait usage de deux paires de barreaux : les uns A et B, pesant environ 200 grammes et ayant 20 centimètres de longueur; les autres P et Q, ayant mêmes dimensions transversales (15 et 8 millimètres), mais d'une longueur et d'un poids moitié moindres. Chacun de ces barreaux était placé dans un étrier en aluminium muni d'un miroir; le tout était suspendu à un fil métallique, de $4^{m},15$ de hauteur, fixé à un cercle de torsion, posé lui-même sur un pilier creux à l'étage supérieur.

» On observait avec une lunette l'image réfléchie d'une échelle divisée, placée à $5^{m},60$ du miroir. On pouvait ainsi mesurer avec une grande exactitude : 1° les quatre déviations produites par l'approche à 1 mètre du barreau de la même paire, placé dans diverses positions (est, ouest magnétique, et retournement pôle à pôle); 2° la déviation produite par une torsion connue du fil; 3° le temps d'oscillation du barreau suspendu. Puis on recommençait une nouvelle série en substituant les barreaux l'un à l'autre.

» Les variations diurnes de la déclinaison étaient très-sensibles à cause du pouvoir optique de l'appareil (l'estime du dixième de millimètre correspondait à 2 secondes d'angle). On les éliminait, quand elles étaient régulières, par des observations systématiques et par la discussion des courbes de déclinaison.

» La difficulté la plus grave a consisté dans l'évaluation exacte du moment d'inertie du système oscillant. C'est l'approximation de cet élément qui fixe la précision du résultat final. La forme géométrique du barreau permet d'obtenir facilement la part importante de ce coefficient; la difficulté provient de l'étrier et du miroir. Après une série d'essais et de discussions préliminaires, nous avons conclu qu'il était préférable de diminuer autant que possible le moment d'inertie de ces pièces additionnelles, de manière à les rendre presque négligeables devant celui du barreau. L'évaluation géométrique fournit alors un résultat suffisamment approché. Dans

nos expériences, le poids total de l'étrier était $8^{gr},15$, et son mouvement d'inertie n'était que le demi-millième de celui des grands barreaux et le trois centième de celui des petits.

» Nous avons fait une étude attentive des fils de suspension. Les brins de soie dits *sans-torsion*, réunis en faisceau, ont toujours une torsion appréciable et surtout irrégulière; après une déviation notable, ils ne ramènent plus le barreau à la même position d'équilibre, et, de plus, ils s'allongent presque indéfiniment. Il vaut donc mieux choisir un fil métallique très-fin, en particulier un fil de fer recuit, dont le couple, il est vrai, est plus grand, mais dont la régularité est parfaite. La suspension bifilaire a l'inconvénient d'opposer un couple de torsion un peu trop grand comparé à la force directrice de petits barreaux comme les nôtres; mais elle fonctionne très-bien lorsque le poids suspendu est relativement assez lourd, et que les deux fils sont bien tendus.

» La distance des pôles qui entre dans la formule de Gauss ne peut être que dans une première approximation considérée comme égale à la longueur du barreau. Nous l'avons déterminée directement par l'expérience, à l'aide d'une méthode fondée sur l'induction, et dont nous donnerons plus tard le détail.

» Voici les résultats exprimés en unités absolues (1), multipliés par un facteur de correction 0,9672, dont on verra plus loin l'origine (2):

---

(1) L'action de deux pôles d'aimant de masse magnétique M et M' est $F = kMM' : r^2$. Si l'on prend pour unité de masse magnétique, la masse μ qui, à l'unité de distance, repousse une masse identique avec une force égale à 1, on a $k = 1 : \mu^2$. L'action terrestre est définie en valeur absolue par la masse magnétique, exprimée en fonction de μ, qu'il faudrait concentrer en un pôle idéal placé à l'unité de distance, pour produire sur un pôle d'aimant quelconque la même action que la terre.

Gauss a adopté une unité un peu plus complexe, mais qui a l'avantage d'être indépendante des variations de la gravité. Son unité de masse *m* agit à l'unité de distance sur une masse identique avec une force égale à φ. Cette force φ est celle qui imprimerait à la masse de l'unité de poids, au bout de l'unité de temps, l'unité de vitesse. On a alors

$$\varphi : 1 :: 1 : g, \quad \varphi = km^2, \quad \text{d'où} \quad \mu = m\sqrt{g}.$$

On passera donc de l'unité adoptée plus haut à celle de Gauss, en multipliant les nombres précédents par $\sqrt{g} = 3,132$.

(2) Pouillet a incidemment déterminé cette constante dans ses recherches *sur la position des pôles*, etc. (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 273; 1866). Il a trouvé en moyenne 0,593, valeur assez peu différente de la nôtre.

Fil de suspension.		For.	Argent.	Laiton doré.	Moyennes.	
Couple de torsion		0,0000406	0,0000207	0,0000209		
Force magnétique horizontale....	Paire AB	0,6134	0,6119	0,6139	0,6131	0,6130
	Paire PQ	0,6128	0,6132	0,6127	0,6129	

» II. La méthode de Weber, expérimentée récemment par M. Kohlrausch (1), consiste dans l'observation simultanée de déviations produites par un même courant sur l'aiguille d'une boussole de tangentes et sur un cadre circulaire suspendu dans le méridien magnétique. La première déviation donne le *rapport* de la force magnétique terrestre à l'intensité du courant; la seconde le *produit* de ces mêmes quantités. On peut donc en déduire la mesure de l'une et de l'autre exprimée en unités absolues.

» La boussole des tangentes était formée par deux tours d'un gros fil de cuivre enroulés sur un cercle en bois de $0^m,65$ de diamètre. Au centre était suspendu par un fil de soie un système de petites aiguilles d'acier aimantées fixées à un miroir. Le cadre se composait de trente tours d'un fil fin recouvert de soie, enroulés autour d'une lame métallique circulaire de $0^m,194$ de diamètre. Deux fils de cuivre assez fins et isolés (1 mètre de hauteur, 5 millimètres d'écartement) servaient à la fois à conduire le courant et à suspendre bifilairement le cadre. On déterminait la valeur du couple de torsion, par la série d'observations indiquées par Gauss. A cet effet, une règle horizontale, fixée à l'appareil, permettait de placer symétriquement, par rapport à l'axe, deux poids égaux (100 grammes) à quatre distances successives, espacées de 30 millimètres. La différence seconde des carrés des temps d'oscillation fournit une expression simple du couple de torsion.

» Les déviations étaient relevées à l'aide de lunettes et d'échelles divisées, placées à 2 mètres de distance. Des commutateurs permettaient tous les renversements de courant destinés à produire les déviations, de façon à éliminer les influences mutuelles des deux appareils, placés à 6 mètres de distance (2).

---

(1) Nous saisissons cette occasion pour remercier MM. Weber et Kohlrausch du bienveillant accueil fait à l'un de nous au mois d'août dernier, et de l'obligeance avec laquelle ils lui ont exposé en détail, à l'observatoire magnétique de Göttingen, les deux méthodes dont il est ici question.

(2) Dans tous les appareils magnétiques décrits, il est nécessaire de régler ou d'annuler l'amplitude des oscillations des barreaux aimantés. Nous avons rejeté l'emploi des enveloppes épaisses de cuivre, si commodes pour les observations galvanométriques, d'abord parce qu'il est très-difficile de se procurer le cuivre complétement exempt de fer, condition nécessaire pour des mesures absolues, et ensuite parce que nous avions besoin tour à tour

» Voici les résultats corrigés de deux bonnes séries (facteur de correction 1,0378 × 0,9672) :

	Intensité du courant (1).	Force horizontale terrestre.	
Avec un couple de Daniell....	0,00001491	0,6136	0,6130.
Avec deux couples de Daniell .	0,00001872	0,6124	

» Cette seconde méthode, qui a l'avantage de donner simultanément et à un moment précis l'intensité magnétique terrestre et la valeur absolue de l'intensité du courant employé, a évidemment l'inconvénient d'exiger un plus grand nombre de mesures indépendantes, ce qui est toujours une condition défavorable à l'exactitude.

» III. Les deux méthodes conduisent néanmoins à un résultat identique. Toutefois, cette concordance a été, au premier abord, loin d'être aussi satisfaisante. Faute de nous être assurés à l'avance que l'intensité magnétique terrestre avait sensiblement la même valeur aux différents points de la salle où nos appareils étaient installés, nous avons d'abord trouvé des différences notables. Le magnétomètre donnait 0,6338, tandis qu'avec la seconde méthode nous obtenions 0,6107. Après avoir attribué ce désaccord à des défauts d'appareil, reconnus plus tard insignifiants, nous nous sommes aperçus qu'il était dû à la cause signalée plus haut. La correction s'obtient aisément d'après le temps des oscillations d'un même barreau aimanté placé aux trois points où se trouvaient les appareils. En rapportant les dernières observations au lieu précis où était le magnétomètre, le facteur de correction 1,0378 conduit à l'identité des résultats.

» C'est probablement aux pièces de fer renfermées dans le bâtiment que cette erreur est due. Aussi avons-nous cru nécessaire de rapporter la mesure obtenue au magnétomètre, à un point où vraisemblablement toute perturbation magnétique est négligeable. Là nous avons comparé le temps d'oscillation du même barreau placé en ce point, puis dans le magnétomètre. Le facteur de correction est 0,96719.

---

d'éteindre les oscillations ou de leur donner une amplitude suffisante, pour mesurer leur durée. Nous avons alors disposé, dans le voisinage du barreau, un fil auxiliaire; un commutateur à deux touches y lançait à volonté un faible courant, soit dans un sens, soit dans l'autre, suivant l'effet à produire.

(1) Un pôle d'aimant, placé à l'unité de distance et dans le plan d'un circuit infiniment petit, ayant l'unité de surface et parcouru par un courant ayant l'*unité d'intensité*, exerce sur ce circuit un couple égal à l'unité. Les nombres ci-dessus sont rapportés au mètre.

» L'inclinaison déterminée plusieurs fois (avril 1870) a donné en moyenne $I = 65° 35'$. Le tableau suivant résume nos résultats :

	Unités métriques.	Unités de Gauss.
Composante horizontale	0,6130	1,920
Force totale	1,483	4,645. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique.* Note de MM. Lucas et Cazin, présentée par M. Edm. Becquerel.

» Dans une précédente Note, que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie le 25 avril dernier, nous avons démontré que la durée y de l'étincelle électrique varie, toutes choses égales d'ailleurs, avec la surface s de la batterie de Leyde, dans laquelle on condense l'électricité. La loi de dépendance entre y et s s'exprime au moyen de la formule

$$y = k(1 - a^s), \tag{1}$$

dans laquelle la base a est *indépendante de la distance explosive*.

» L'unité de surface que nous avons adoptée est celle de l'armature extérieure d'une de nos jarres (environ 1243 centimètres carrés); notre unité de temps est le *millionième de seconde*.

» En opérant avec des boules de zinc d'un diamètre de $0^m,011$, nous avons trouvé

$$\left\{\begin{array}{l}\log a = \bar{1},9050453,\\ a = 0,80361.\end{array}\right. \tag{2}$$

» Pour une distance explosive égale à $2^{mm},292$, on a

$$\left\{\begin{array}{l}\log k = 1,5192181,\\ k = 33,05355.\end{array}\right. \tag{3}$$

» Pour une distance explosive égale à $5^{mm},000$, on a

$$\left\{\begin{array}{l}\log k' = 1,8226921,\\ k' = 66,4802.\end{array}\right. \tag{4}$$

» D'autres recherches expérimentales nous permettent d'indiquer aujourd'hui la loi de dépendance qui existe entre la durée y de l'étincelle et la distance explosive l.

» Cette distance, que nous exprimons en millimètres, a varié dans nos expériences depuis zéro jusqu'à 18.

» Nous avons employé des boules de platine du diamètre de $0^m,007$.

Pour une batterie de sept jarres, la durée de y peut s'exprimer par la formule

$$y = K(1 - b^t), \tag{5}$$

dans laquelle on fait

$$\left\{ \begin{aligned} \log b &= \bar{1},9729190, \\ b &= 0,93955, \end{aligned} \right. \tag{6}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \log K &= 2,1002750, \\ K &= 125,972. \end{aligned} \right. \tag{7}$$

» Les valeurs ainsi calculées diffèrent très-peu des valeurs que nous avons obtenues expérimentalement; c'est ce qui ressort du tableau suivant :

l	S	N	$12n$	y observé.	y calculé.	DIFFÉRENCE.
2	$4,1^t + 28,2^t + 18,3^t = 114$	50	1,086	14,55	14,77	− 0,22
3	$9,1^t + 40,2^t + 1,3^t = 92$	50	510	22,35	21,49	0,86
4	$4,2^t + 38,3^t + 8,4^t = 154$	50	876	27,17	27,81	− 0,64
6	$2,1^t + 37,2^t + 11,3^t = 109$	50	371	39,89	39,32	0,57
8	$28,2^t + 19,3^t + 3,4^t = 125$	50	357	50,42	49,48	0,94
11	$14,2^t + 30,3^t + 6,4^t = 142$	50	355	60,28	62,53	− 2,25
16	$34,3^t + 16,4^t = 166$	50	355	73,80	73,35	0,45
18	$31,3^t + 41,4^t + 28,5^t = 397$	100	380	86,05	84,98	1,07

S est le nombre des traits observés dans le chronoscope; N est le nombre des observations; n est le nombre de tours que fait moyennement par minute la manivelle du chronoscope.

» En mettant à la batterie trois jarres au lieu de sept, nous avons obtenu des résultats analogues. Le paramètre K de la formule (5) a pris la valeur

$$\left\{ \begin{aligned} \log K' &= 1,8884669, \\ K' &= 77,3512, \end{aligned} \right. \tag{8}$$

tandis que la base b a conservé la même valeur que precédemment.

» Cette base est donc *indépendante de la surface du condensateur.*

» La loi des surfaces condensatrices, exprimée par la formule (1), et celle des distances explosives, exprimée par la formule (5), sont comprises dans la formule générale.

$$y = h(1 - a^s)(1 - b^t), \tag{9}$$

qui exprime la durée y en fonction des deux variables s et l.

» Nous allons démontrer que *les deux bases a et b sont indépendantes de la substance et du diamètre des boules*. A cet effet, nous désignerons par b_1 la valeur que prendrait b si l'on employait les boules de zinc du diamètre de $0^m,011$ qui nous ont donné la loi des surfaces, et par a_1 la valeur que prendrait a si l'on employait les boules de platine du diamètre de $0^m,007$ qui nous ont conduits à la loi des distances.

» On peut alors écrire pour les boules de zinc, d'après (1), (3), (4),

$$(10)\quad \begin{cases} \log k = \log h(1 - b_1^{2,292}) = 1,5192181, \\ \log k' = \log h(1 - b_1^5) = 2,8226921, \end{cases}$$

d'où l'on déduit

$$(11)\quad \log(1 - b_1^5) - \log(1 - b_1^{2,292}) = 0,303740.$$

» La racine b_1 de cette équation numérique a pour logarithme un nombre compris entre $\bar{1},97290$ et $\bar{1},97292$. Sa valeur est très-voisine de celle de b donnée par les formules (6), en sorte que nous avons très-approximativement

$$(12)\quad b_1 = b.$$

» Pour les boules de platine, on a, d'après (5), (6), (7),

$$(13)\quad \begin{cases} \log K = \log h(1 - a_1^7) = 2,1002750, \\ \log K' = \log h(1 - a_1^3) = 1,8884669, \end{cases}$$

d'où l'on déduit

$$\log(1 - a_1^7) - \log(1 - a_1^3) = 0,2118081.$$

» La racine a_1 de cette équation numérique a pour logarithme un nombre compris entre $\bar{1},90502$ et $\bar{1},90505$. Sa valeur est très-voisine de celle de a donnée par les formules (2), en sorte que nous avons très-approximativement

$$(15)\quad a_1 = a.$$

» Les égalités (12) et (15) démontrent la propriété que nons avons énoncée pour les deux bases a et b.

» La valeur du paramètre h dépend, toutes choses égales d'ailleurs, des boules contre lesquelles jaillit l'étincelle. Voici diverses valeurs que nous avons obtenues :

Pour des boules	de zinc	du diamètre de	0,011 m	$h = 249$
»	de cuivre	»	0,007	$h = 211$
»	de laiton	»	0,011	$h = 200$
			0,030	$h = 198$
»	de charbon	»	0,014	$h = 185$
			0,027	$h = 190$
»	d'étain	»	0,011	$h = 179$
»	de platine	»	0,007	$h = 162$

» On voit qu'en faisant varier le diamètre pour les boules de laiton et pour les boules de charbon, on ne change pas sensiblement la valeur du coefficient h. Le diamètre des boules ne paraît donc pas influer sur la durée de l'étincelle; mais avant de nous prononcer à ce sujet d'une manière définitive, nous désirons multiplier nos observations.

» Tous les chiffres que nous avons indiqués jusqu'ici sont établis dans l'hypothèse où les surfaces des boules se trouvent recouvertes de la couche pulvérulente que font naître les fortes décharges.

» Ces recherches ont été, comme celles que nous avons précédemment décrites, faites à l'Observatoire impérial. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la précipitation des limons par des solutions salines très-étendues.* Note de **M. Ch. Schlœsing**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Durant le cours de mes expériences sur le déplacement des liquides contenus dans une terre, au moyen d'une pluie artificielle d'eau distillée (*Comptes rendus*, 10 janvier 1870), j'ai observé souvent que la solution recueillie, toujours limpide pendant une première période de l'opération, finissait par passer trouble, et se chargeait graduellement de matières limoneuses, à mesure qu'elle s'affaiblissait par son mélange avec l'eau de lavage. Au contraire, quand je faisais circuler constamment à travers la même terre un courant d'air contenant quelques centièmes d'acide carbonique, j'obtenais jusqu'à la fin des liquides parfaitement clairs. Comme l'acide carbonique avait pour principal effet d'entretenir un certain taux de bicarbonates terreux en dissolution, j'ai pensé que la limpidité de mes eaux pourrait bien avoir quelque rapport avec la présence de ces sels, et j'ai été ainsi conduit à expérimenter l'action des diverses substances salines sur les parties limoneuses des terres arables. Cette recherche m'a fourni quelques observations qui me semblent dignes d'être publiées.

» Je dépouille une terre arable, placée sur un filtre, de ses sels solubles;

je la délaye ensuite dans de l'eau distillée; après dépôt du sable, je décante le liquide, qui tient en suspension ce qu'on appelle de l'*argile*, et j'abandonne au repos; un nouveau dépôt se forme, mais l'eau demeure trouble pendant un temps très-prolongé : j'ai du limon ainsi suspendu dans l'eau pure depuis un mois. L'intensité du trouble dépend naturellement de la nature plus ou moins argileuse de la terre. Après avoir ainsi constaté la persistance du trouble, je verse dans le liquide une très-petite quantité d'un sel calcaire ou magnésien, et j'agite : le limon s'agrége en flocons, semble se coaguler et tombe au fond du vase; le liquide s'éclaircit immédiatement, ou s'éclaircira bientôt tout à fait. Le temps nécessaire pour la formation du dépôt et l'éclaircissement complet de l'eau varie avec la dose et la nature du sel ajouté : quelques chiffres fixeront les idées à cet égard.

» De l'argile plastique grise, purifiée de corps étrangers par lévigation, est précipitée immédiatement par $\frac{1}{1000}$ de chlorure de calcium pour 1 de liquide; $\frac{2}{10000}$ la précipitent en quelques minutes. La dose diminuant jusqu'à $\frac{1}{500000}$, le temps nécessaire pour la clarification croît jusquà deux et trois jours.

» Le nitrate, le sulfate, le bicarbonate calcaire, la chaux caustique m'ont paru agir comme le chlorure. Les sels de magnésie ont presque autant d'action que les précédents. Les sels de potasse exigent des doses environ cinq fois plus fortes que celles des sels calcaires pour produire les mêmes effets; les sels de soude sont encore moins actifs.

» Tous les limons de terres arables que j'ai expérimentés m'ont donné des résultats comparables à ceux que l'argile a fournis. Quelques dix-millièmes de sels calcaires les précipitent rapidement; quelques cent-millièmes clarifient les eaux au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures; ainsi un litre d'eau de Seine, souillée de limon de terre arable ou d'argile plastique, devient limpide tantôt après un jour, tantôt après deux; elle contient actuellement 89 milligrammes de chaux par litre.

» La précipitation dépend surtout de la dose de sel, et semble indépendante de la quantité de limon; qu'il y ait peu ou beaucoup de celui-ci, les données précédentes varient peu; j'ai même cru remarquer que la limpidité est plus parfaite quand le limon atteint une certaine proportion.

» Les limons coagulés se laissent aisément filtrer, tandis que, suspendus dans l'eau pure, ils engorgent les filtres et les rendent étanches.

» Débarrassés par le filtre du sel précipitant, ils rentrent en suspension dans l'eau pure et peuvent en être précipités de nouveau; j'ai alterné plu-

sieurs fois les deux opérations sans modification apparente dans les résultats.

» De ces faits découlent quelques conséquences qui intéressent l'étude des terres arables.

» Les eaux qui filtrent à travers un sol sortent limpides, tant qu'elles renferment de petites doses de chaux ou de magnésie : le limon est et demeure coagulé; mais il se délaye et se met en suspension dans l'eau pure ou trop pauvre en sels calcaires ou magnésiens : c'est pourquoi les eaux de drainage sont claires; mais les flaques d'eau de pluie qui séjournent sur les champs demeurent longtemps troubles. Il est évident, d'après cela, que les sels de la terre tendent à maintenir l'ameublissement des sols, en s'opposant au délayage de l'argile. J'ai du reste des expériences qui le prouvent : une terre de Neauphle-le-Château, émiettée dans mon appareil à déplacement, et par conséquent dans un état presque parfait d'ameublissement, tombe en pâte à mesure que l'eau distillée la pénètre, pendant qu'elle conserve l'état meuble dans les parties inférieures tout aussi imbibées que les autres, mais d'où les sels n'ont pas encore été éliminés. La terre de mon champ d'expériences de Boulogne présente, à un degré moindre, les mêmes effets; mais je puis la laver indéfiniment avec une solution contenant 1 dix-millième de chlorure calcique sans altérer la forme ou la disposition de ses particules.

» Il est encore évident que, sans les sels de la terre, l'argile, délayée par la pluie, tendrait à descendre avec elle, pour être entrainée définitivement, ou former à une certaine profondeur une couche imperméable.

» Je fixerai maintenant l'attention, pendant un instant, sur l'analyse mécanique des sols : cette opération est restée bien incomplète quant à ses résultats, malgré le perfectionnement des appareils, et l'on continue à désigner sous le nom vague d'*argile* des mélanges indéterminés de sable et d'argile proprement dite. Ces deux éléments, en effet, ne sont guère séparables par l'eau ordinaire, qui est presque toujours assez calcaire pour les précipiter pêle-mêle. L'emploi exclusif de l'eau distillée, que je ne trouve nulle part recommandé, comporte des repos prolongés pendant lesquels les sables ont le temps de se séparer; c'est ainsi que des produits de lévigation qu'on aurait appelés des *argiles* m'ont donné plus des trois quarts de leur poids de sable très-fin, ne prenant pas sensiblement corps par la dessiccation. Je suis certain qu'on sera étonné de la diminution du taux d'argile réelle dans les terres les plus fortes, quand on substituera l'eau distillée à l'eau commune dans l'analyse des sols par lévigation.

» Je ne voudrais pas m'exposer au reproche de tirer de trop grandes conséquences d'une simple observation. Cependant les limons sont mêlés à tant d'importantes questions, qu'on me pardonnera les remarques par lesquelles je terminerai cette Note.

» Je n'ai pas encore pu expérimenter sur les limons charriés par les cours d'eau, mais leur origine me permet de les assimiler à ceux des terres arables. Partant de là, si je considère les limons des fleuves à la fin de leur course, je leur trouve dans l'eau de mer un précipitant très-actif, qui doit hâter leur dépôt aux embouchures. On peut attribuer à la même cause la rapidité avec laquelle la mer se dépouille des vases soulevées par l'agitation des flots.

» Les riverains des cours d'eau qui pratiquent le colmatage ont intérêt à accélérer la formation des dépôts; dans certains cas, ils pourront mettre à profit mes observations, en mêlant à leurs eaux les éléments calcaire ou magnésien empruntés soit à des eaux de sources, soit à des résidus industriels à bas prix.

» Les industriels sont souvent gênés par les limons; je crois qu'en bien des circonstances ils pourront s'en débarrasser, sans nuire à leurs opérations, par l'un des précipitants que j'ai indiqués.

» Certaines eaux potables empruntées aux rivières demeurent troubles, malgré leur séjour dans de vastes bassins; telles sont les eaux de la Durance qui alimentent Marseille. L'apparition des limons coïncidant avec les crues, c'est-à-dire avec des apports considérables d'eaux qui n'ont pas pénétré dans le sol et qui ne s'y sont pas chargées de sels, il se trouve que les précipitants font défaut précisément au moment où ils seraient les plus nécessaires. Je crois pouvoir assurer qu'en pareil cas un complément de l'élément calcaire soluble, donné sous les formes de sulfate et de chlorure, et calculé de manière à restituer aux eaux un titre normal, leur rendrait la faculté de déposer leurs limons. L'opération serait très-simple, puisqu'elle se réduirait à introduire les sels dans les canaux, à quelque distance en amont des bassins. Elle serait de plus peu coûteuse : 1 kilogramme de sel calcaire suffirait pour clarifier de 20 à 50 mètres cubes; il en faudrait d'autant moins que le cube des bassins permettrait un plus long repos. Une autre solution de la question, plus simple encore, consisterait à dériver dans le canal d'arrivée des eaux suffisamment calcaires, empruntées à quelque source convenablement choisie. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi des points de congélation de solutions salines.* Note de **M. Güldberg.**

« L'équilibre d'une solution de sel et d'eau sera détruit dans les cas suivants :

» 1° L'eau se vaporise et la solution se trouve au *point d'ébullition;*

» 2° Le sel cristallise et la solution se trouve au *point de saturation;*

» 3° L'eau cristallise et la solution se trouve au *point de congélation.*

» Les conditions d'équilibre seront déterminées par la pression, la température et la quantité relative du sel. En désignant la pression par p, la température par t, la quantité de sel par y et la quantité d'eau par x, le rapport $\frac{y}{x}$ détermine la composition de la solution; on aura donc trois équations entre les variables p, t et $\frac{y}{x}$. En choisissant ces variables comme coordonnées d'un système rectangulaire, chaque équation représente une surface qui détermine les conditions d'équilibre des solutions salines. On peut les nommer *la surface de vaporisation, la surface de saturation* et *la surface de congélation.* Approximativement, on peut déterminer l'équation de *la surface de vaporisation* à l'aide des expériences de M. Wüllner (*). En désignant par p_0 la tension des vapeurs d'eau pure, on peut écrire pour des solutions assez étendues

$$(1) \qquad \frac{p}{p_0} = 1 - \alpha \frac{y}{x}.$$

Le coefficient α dépend de la température; cette équation montre que la tension p des vapeurs d'une solution est toujours moindre que la tension de l'eau pure; par conséquent, une solution aura toujours un point d'ébullition plus haut que l'eau pure.

» *La surface de congélation* qui, pour une pression donnée, détermine les points de congélation des solutions est tout à fait inconnue.

» Dans les expériences ordinaires, la pression est celle de l'atmosphère, et, dans ce cas, on peut trouver les points de congélation par la méthode suivante. Je suppose que la tension des vapeurs du sel soit assez petite, qu'on puisse la négliger, et considérer seulement la tension de la vapeur d'eau. *La surface de congélation* et *la surface de vaporisation* se coupent sui-

(*) *Annalen der Physik und Chemie* von Poggendorff, Bd. 103 et 110.

vant une ligne, et les valeurs de p et t sur cette ligne appartiennent aux solutions qui se trouvent simultanément au point de congélation et au point d'ébullition. Mais quand une solution se trouve au point de congélation, elle peut renfermer de la *glace* de la même température. Il est donc évident que : *la tension de vapeur d'une solution qui se trouve au point de congélation est égale à la tension de vapeur de la glace à la même température.* Désignant par p_1 la tension de vapeur de la glace, on trouve les équations de la ligne d'intersection

$$(2) \quad \begin{cases} p = p_1, \\ \dfrac{p_1}{p^0} = 1 - \alpha\dfrac{y}{x}. \end{cases}$$

» Maintenant on peut facilement trouver une valeur approximative de $\frac{p_1}{p_0}$. En désignant par r_0 la *chaleur de vaporisation* de l'eau et par v le volume de la vapeur saturée et par u le volume de l'eau, et en posant $a = 273°$ et $A = \frac{1}{424}$, on aura, d'après la théorie mécanique de la chaleur,

$$\frac{r_0}{A(a+t)} = \left(\frac{dp^0}{dt}\right)(v-u).$$

» On peut négliger u en comparaison de v, et en posant, d'après les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, $v = \frac{R(a+t)}{p_0}$, où $R = 47,1$, on aura

$$\frac{r_0}{AR(a+t)^2} = \frac{d(\log p_0)}{dt}.$$

» Lorsque la glace se vaporise, on aura de la même manière, en désignant par r_1 la *chaleur de sublimation de la glace*,

$$\frac{r_1}{AR(a+t)} = \frac{d(\log p_1)}{dt}.$$

» La différence $r_1 - r_0 = r$ est *la chaleur de fusion* de la glace, et l'on trouve

$$\frac{r\,dt}{AR(a+t)^2} = d\left[\log\left(\frac{p_1}{p_0}\right)\right].$$

Désignant par c_0 et c_1 les chaleurs spécifiques de l'eau et de la glace, on peut écrire

$$r = 79,04 + (c_0 - c_1)t.$$

» En substituant cette valeur de r, et en posant $c_0 = 1$ et $c_1 = 0,51$, on

trouve

$$d\left[\log\left(\frac{p_1}{p_0}\right)\right] = \frac{79,04 + 0,49t}{AR(a+t)^2}\,dt.$$

» On peut facilement intégrer cette équation, mais il suffit, pour des valeurs voisines de zéro, d'écrire

$$\log\left(\frac{p_1}{p_0}\right) = 0,00954\,t.$$

» L'équation (2) n'a lieu que pour des valeurs assez petites de $\frac{y}{x}$, et l'on peut poser

$$\log\left(\frac{p_1}{p_0}\right) = \log\left(1 - \alpha\frac{y}{x}\right) = -\alpha\frac{y}{x} - \ldots.$$

» En substituant cette valeur, on trouve

$$-\alpha\frac{y}{x} = 0,00954\,t$$

et

(3) $$t = -105\,\alpha\frac{y}{x}.$$

» Cette équation appartient à la ligne d'intersection des deux surfaces; maintenant on sait que le point de congélation de l'eau pure ne change que très-peu quand la pression augmente; on peut donc supposer que l'équation (3) a lieu même pour des solutions qui se trouvent sous la pression de l'atmosphère.

» M. Rüdorff (*) a déjà trouvé par des expériences que les points de congélation de solutions salines se déterminent par la formule

$$t = -\beta y,$$

où y désigne la quantité du sel pour 100 grammes d'eau. C'est la même formule que je viens de démontrer, mais ce n'est que la théorie qui nous a montré la relation remarquable qui a lieu entre le coefficient β déduit des expériences sur la congélation des solutions, et le coefficient α déduit des expériences sur la vaporisation des solutions. En posant $x = 100$, dans la formule (3), on trouve $\beta = 1,05\,\alpha$, où β et α sont à peu près des grandeurs égales. Cette relation entre α et β se confirme par les expériences de MM. Rüdorff et Wüllner. Ces savants ont trouvé que, dans plusieurs cas,

(*) *Annalen der Physik und Chemie* von Poggendorff, Bd. 114 et 116.

on doit regarder dans la solution le sel combiné avec n atomes d'eau, et ils trouvent la même valeur de n.

» Les résultats des expériences se trouvent dans les tableaux suivants. Quant aux valeurs de α, elles sont déterminées à des températures au-dessus de zéro; les valeurs de β, au contraire, sont déterminées à des températures au-dessous de zéro.

I.

Formule du sel.	α d'après Wüllner.	β d'après Rüdorff.
NaCl	0,601	0,600
KCl	0,390	0,443
$NaOSO^3$	0,236	0,297
$KOSO^3$	0,383	0,201
$NaONO^5$	0,315	0,370
$KONO^5$	0,196	0,267

II.

Formule du sel.	α	β
CaCl + 6HO	0,247	0,227
KO + 5HO	0,332	0,394
NaO + 4HO	0,409	0,509 »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition de la soude brute et les pertes de sodium résultant de l'emploi du procédé Le Blanc.* Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Balard.

« Il résulte des recherches que j'ai faites depuis quelques années (1) que la soude brute renferme essentiellement du carbonate de sodium et des sulfure et oxyde de calcium, dans la proportion de $1\frac{1}{4}$ à $1\frac{1}{2}$ molécule de calcium, pour 1 de sodium. Elle contient, en outre, toutes les substances étrangères qui y ont été apportées par les impuretés des matières premières, telles, par exemple, que : de la silice, de l'alumine, de l'oxyde ferrique, un excès de charbon, etc., etc.

» Les solutions de la soude brute dans l'eau, séparées du précipité de sulfure de calcium et saturées par un courant d'acide carbonique, déposent un précipité blanc de silicate d'aluminium. Ce précipité a donné, à l'analyse, les nombre suivants, qui répondent à la formule $Si^3Al^2\Theta^{12} + 6H^2\Theta$:

	Trouvé.	Calculé.
Silice	32,3	32,7
Alumine	43,4	44,0
Eau	23,9	23,3

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 501; t. LIX, p. 459, et t. LXI, p. 640.

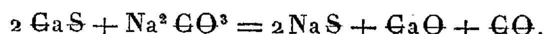
» En faisant cristalliser un certain nombre de fois le liquide provenant de la préparation précédente, on possède dans, les eaux mères, la majeure partie des substances étrangères solubles. J'ai rencontré dans ces liquides, en outre des composés oxygénés du soufre, du séléniate et du sulfocyanure de sodium. Le sélénium provient de l'acide sulfurique qui a servi à la préparation du sulfate de sodium employé pour la fabrication de la soude brute. Cet acide avait lui-même été préparé par le grillage des pyrites de Chessy, qui renferment toujours un peu de ce métal.

» Quant au sulfocyanure, il provient, ou de l'action de l'air sur la soude en fusion, ou de celle de l'azote de la houille qui a servi à la réduction. C'est à la présence du sulfocyanure de sodium dans la soude brute, qu'il faut attribuer l'odeur ammoniacale que répandent les pains de soude brute, lorsqu'ils sont exposés à l'air humide, pendant qu'ils refroidissent.

» Pour constater la présence de ce composé dans la soude brute, il suffit de la traiter par l'alcool. La solution alcoolique est un peu colorée, soit en rouge, soit en jaune, sans doute par des traces de croconate et de rhodizonate de sodium; par son évaporation, j'ai obtenu 73 milligrammes de sulfocyanure de sodium, avec 100 grammes de soude brute.

» Pour rechercher le séléniate de sodium, on précipite les eaux mères par l'addition d'un sel de plomb, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de dépôt coloré. En décomposant le sel insoluble de plomb par l'acide sulfhydrique on obtient une masse qui répand, à la calcination, les vapeurs violettes caractéristiques du sélénium.

» Ces substances se rencontrent dans la soude brute normale; lorsqu'elle a été surchauffée elle renferme du sulfure de sodium NaS qui provient de la réaction du carbonate sur le sulfure de calcium,



$$2\,CaS + Na^2CO^3 = 2\,NaS + CaO + CO.$$

» *Pertes du sodium pendant la préparation de la soude.* — Dans la pratique industrielle, on est loin d'obtenir, avec le procédé Le Blanc, des rendements concordant avec les données du calcul. Des pertes de sodium ont lieu. Plusieurs chimistes les ont attribuées à une volatilisation de sodium métallique, pendant la fusion de la soude brute au four à soude (1), le

(1) M. Unger avait constaté la diparition d'un cinquième de sodium dans une opération. M. Stromeyer a également constaté la volatilisation de ce métal dans des expériences faites sur l'emploi du procédé de M. Émile Kopp (traitement du sulfate de sodium par le charbon et par l'oxyde ferrique).

sodium à l'état de sel soluble, qui subsiste dans les résidus, n'étant pas suffisant pour représenter la perte totale.

» Les *résidus* ou *marcs de soude* retiennent toujours une certaine quantité de sels sodiques solubles; ils en renferment, de plus, à l'état insoluble; de sorte que les pertes constatées à la fabrication du sel de soude proviendraient de causes multiples : 1° volatilisation du sodium dans le four à soude; 2° sels sodiques solubles, restés dans les résidus du sulfure de calcium, par suite d'un lessivage imparfait; 3° sodium à l'état de composé insoluble, dans ces mêmes résidus; 4° enfin, pertes provenant de la manutention des liquides et des sels dans les ateliers.

» Pour déterminer la quantité du sodium qui se volatilise dans le four à soude, il faut opérer sur des matières premières dont la composition soit exactement connue, et rechercher le sodium dans le produit obtenu.

» Des expériences de ce genre avaient été faites déjà par M. Usiglio, qui a bien voulu me communiquer les résultats principaux de ses recherches et m'autoriser à les faire connaître, avec ceux de nos propres expériences. La méthode employée par M. Usiglio était excellente, et je n'ai fait que suivre les indications que renferment ses Notes, pour atteindre le but.

» Des échantillons moyens ont été prélevés avec soin sur les trois matières, sulfate de sodium, craie et houille, introduites dans le four à soude; les pesées en ont été faites aussi exactement que possible, ainsi que celles du produit obtenu, dont des échantillons nombreux ont permis d'avoir la représentation exacte de sa composition. Les analyses des matières premières comparées à celle de la soude brute obtenue ont conduit, par le calcul, à la connaissance de la perte par volatilisation qui a lieu au four à soude.

» Les expériences de M. Usiglio ont conduit, comme les miennes, à cette conclusion, que, dans la transformation du sulfate de sodium en soude brute, il n'y a aucune volatilisation de sodium métallique. Tout le sodium qui se trouve primitivement dans le sulfate se retrouve dans la soude brute obtenue. Cependant, lorsque la température de la soude fondue a été poussée un peu trop loin, une certaine quantité de chlorure de sodium se trouve volatilisée.

» Sur 1216 kilogrammes de sodium, que renfermaient 3965 kilogrammes de sulfate de sodium, j'ai retrouvé, dans 6558 kilogrammes de soude brute obtenue, 1216 kilogrammes de sodium.

» M. Usiglio a déterminé dans les matières premières, comme dans le

produit obtenu, les rapports entre le calcium, le soufre et le sodium, et il a obtenu :

	Dans les matières premières.	Dans la soude brute.
Sodium	31,68	31,49
Calcium	45,66	45,62
Soufre	22,66	22,89
	100,00	100,00

» Il faudrait admettre dans le cas de la volatilisation du sodium que les trois éléments, sodium, calcium et soufre, se vaporisent exactement dans les mêmes proportions.

» Ainsi il est prouvé, par ces deux expériences, qu'il n'y a pas de réduction de sels sodiques en sodium pendant la fusion au four à soude, dans les conditions ordinaires de la préparation de la soude.

» Il faut donc chercher ailleurs les causes des pertes de sodium qui sont journellement constatées. C'est principalement dans les marcs de soude qu'elles résident.

» Les marcs de soude provenant des lessivages par déplacement des liquides ne renferment généralement que 1 centième de sels de sodium solubles; mais les composés insolubles de ce métal y sont en quantités très-variables. On voit, par exemple, M. Unger indiquer 1,06 pour 100 de sodium soluble et insoluble dans les marcs de l'usine de Rinckuhl, tandis que M. Kopp (1) en indique 4,36 pour 100 dans les marcs de l'usine de Dieuze, M. Brown (2) 1,01 pour 100 dans ceux de Cassel, et M. Muspratt (3) 1 à 2 pour 100 dans les mares de Newcastle.

» J'ai fait broyer et mélanger environ 4000 kilogrammes de marcs de soude, afin d'obtenir un échantillon moyen qui a été séché et analysé; il renfermait :

Sodium insoluble	1,67 p. 100
» soluble	0,17 »
Total	1,84 p. 100 de sodium.

» Une autre expérience, faite sur la même quantité de marcs que la précédente, a donné les résultats suivants :

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 797.
(2) *Philosophical Magazine*, t. XXXIV, p. 15.
(3) *Chimie appliquée à l'industrie*.

Sodium insoluble	....	0,99 p. 100
» soluble	....	0,43
Total	....	1,42 p. 100 de sodium.

» La soude brute produisant environ 60 pour 100 de marcs et renfermant 18,65 pour 100 de sodium, il en résulte une perte d'environ 5 pour 100 du sodium, à l'état de composés insolubles dans les marcs.

» On ne sait rien encore sur la nature de ce composé. La couleur bleuâtre des marcs autoriserait peut-être la supposition qu'ils renferment un peu d'outremer. M. Kopp (1) l'a calculé comme sulfure de sodium, et M. Brown (2) comme carbonate dans l'une de ses analyses, et comme sulfure dans l'autre. Les différences que l'on remarque entre les essais de laboratoire sur la soude brute et les résultats obtenus par le lessivage industriel semblent indiquer qu'une partie du sodium devient insoluble par son contact prolongé au sein de l'eau avec les sulfures des marcs.

» Quoi qu'il en soit, il résulte de ces recherches :

» 1° Que dans la fusion de la soude brute il n'y a pas de réduction des sels sodiques en sodium métallique;

» 2° Que la plus grande partie des pertes provient des composés insolubles de sodium qui se forment dans les marcs de soude : cette perte semble ne pas rester beaucoup au-dessous de 5 pour 100 et dépasser quelquefois ce nombre. »

CHIMIE. — *D'un nouveau dosage simple et rapide des sels ammoniacaux; de la cause pour laquelle ces sels ne peuvent exister normalement dans l'organisme qu'en quantité infinitésimale.* Note de **M. Rabuteau**, présentée par M. Bertrand.

« Le chlorure de soude, que l'on prépare en versant une solution de 2 parties de carbonate de soude dans une solution de 1 partie de chlorure de chaux, renferme à la fois du carbonate de soude en excès et de la soude libre. J'ai pensé que la liqueur ainsi obtenue pourrait décomposer les sels ammoniacaux et en dégager l'azote. L'expérience est venue confirmer mes prévisions. Sous l'influence de la chaleur, les sels ammoniacaux sont décomposés rapidement par la soude libre et par son carbonate contenu dans le chlorure de soude, et le chlore de l'hypochlorite détruit ensuite l'am-

(1) *Loco citato.*

(2) *Loco citato.*

moniaque, au fur et à mesure qu'elle est mise en liberté. De là un procédé simple, complétement analogue au procédé de Leconte pour le dosage de l'urée, et qui permet de doser exactement des quantités très-faibles d'un sel ammoniacal.

» Voici comment j'opère. Je prépare la solution de chlorure de soude suivant la méthode ordinaire, c'est-à-dire en dissolvant, d'une part, le carbonate de soude dans l'eau bouillante, et, d'autre part, le chlorure de chaux dans de l'eau récemment bouillie et froide, puis mélangeant cette dernière solution avec la première après refroidissement; 100 grammes de chlorure de chaux et 200 grammes de chlorure de soude doivent suffire pour 2 litres de liqueur. J'introduis, dans une fiole de 200 centimètres cubes de capacité, 20 à 40 centimètres cubes du liquide contenant le sel ammoniacal suffisamment dilué, et j'achève de la remplir avec la solution de chlorure de soude; je chauffe ensuite et je recueille l'azote sous une éprouvette graduée. La seule précaution à prendre, c'est de faire en sorte que le sel ammoniacal soit en quantité assez faible pour que la décomposition en soit complète.

» En opérant ainsi, et faisant les corrections relatives à l'état hygrométrique, à la température et à la pression de l'azote recueilli, on arrive à doser les sels ammoniacaux avec une exactitude remarquable.

» Cette question me conduit naturellement à celle de la présence des sels ammoniacaux dans l'organisme. Parmi les chimistes, les uns ont admis l'existence de ces sels dans l'économie, les autres l'ont niée, comme Lehmann, par exemple, qui n'a pu en retrouver dans l'urine normale; mais il est reconnu, d'autre part, que les produits de la respiration renferment de l'ammoniaque. Si l'on réfléchit que, le sang étant alcalin, les sels ammoniacaux doivent se détruire dans ce liquide, à cause de son alcalinité, on peut trouver un trait d'union entre les deux opinions relatives à la présence des sels ammoniacaux dans l'organisme. Sans nier, d'une manière absolue, l'existence de ces sels dans l'économie, à l'état normal, on doit admettre qu'ils ne peuvent se trouver dans le sang qu'en quantité très-faible, et qu'à mesure qu'ils y apparaissent ils sont détruits et s'éliminent ainsi par les voies pulmonaires. Il n'en est pas de même dans certains cas morbides, lorsque l'urée trouve un obstacle à son élimination et qu'elle se décompose, ce qui arrive dans la maladie appelée *urémie*. Quant à la présence de l'ammoniaque dans les gaz contenus dans le tube digestif, elle est admise sans contredit.

» Le dosage nouveau des sels ammoniacaux m'a été suggéré à propos de recherches que j'ai entreprises sur les propriétés physiologiques et le mode d'élimination de ces sels introduits dans l'organisme.

» Sans vouloir tirer aucune conclusion de ces recherches, qui sont à peine ébauchées, je dirai toutefois que l'on a considéré à tort les sels ammoniacaux comme jouissant tous de propriétés sudorifiques. Il n'y a guère que les carbonates ammoniacaux et les sels pouvant se transformer en ceux-ci dans l'économie, comme l'acétate d'ammoniaque par exemple, qui possèdent des propriétés véritablement sudorifiques, à cause de leur décomposition facile, dans le sang, en ammoniaque qui peut s'éliminer rapidement par la peau. Il n'en est pas de même du chlorhydrate d'ammoniaque, auquel je n'ai pas reconnu de propriétés sudorifiques, et que j'ai pu retrouver en presque totalité dans les urines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les tribromhydrines.* Note de M. **Berthelot**, présentée par M. Bertrand.

« Dans la dernière séance, M. Henry est revenu sur les tribromhydrines et sur les raisons théoriques qui l'ont conduit à douter de leur isomérie. Cependant je persiste à maintenir cette isomérie, ne regardant pas comme décisifs les raisonnements de l'auteur.

» Ce n'est point, en effet, par des raisonnements ou des observations négatives que l'on peut expliquer les faits positifs que nous avons reconnus, M. de Luca et moi, faits observés sans aucune idée préconçue et qui ont été reproduits quelques années après par M. Reboul, dans le cours de ses recherches sur les éthers du glycide.

» Les conditions qui déterminent l'isomérie des corps chlorés et bromés sont nombreuses et délicates. Tout le monde sait que les observations relatives aux toluènes chlorés et à leur métamorphose en alcool benzylique et en essence d'amandes amères, ont été tenues pour douteuses pendant plusieurs années; la plupart des chimistes n'ayant pas réussi à les reproduire, parce qu'on ignorait l'existence de plusieurs toluènes chlorés isomères, et l'influence exercée par une trace d'iode, ou par une température plus ou moins haute, sur leur production. L'influence de la température, des dissolvants, de la concentration des réactifs sur la formation des chlorhydrates ou bromhydrates isomères ressort également de mes recherches sur le térébenthène et de celles de M. Reboul sur les éthylènes et propylènes chlorés et bromés.

» La réaction du perchlorure de phosphore sur la dichlorhydrine, en particulier, est moins simple qu'on ne le croit d'ordinaire. En même temps que la trichlorhydrine, il se forme un composé chlorophosphoré, oléagineux, soluble dans le sulfure de carbone, insoluble dans l'eau, résistant à l'eau froide, mais qui se détruit brusquement lorsqu'il est porté vers 220 degrés : j'y reviendrai.

» Je rappellerai encore les deux séries d'éthylsulfates isomériques, qui passent de l'une à l'autre sous des influences si légères, et dont les théories ordinaires des alcools ne peuvent expliquer l'existence.

» J'arrive aux raisons théoriques. D'après M. Henry, les dérivés de l'alcool allylique doivent être identiques aux dérivés de la glycérine qui offrent la même formule, attendu que l'alcool allylique dérive lui-même de la glycérine par des relations très-simples.

» Appliquons les mêmes raisonnements à l'aldéhyde allylique (acroléine), corps de la même série que l'alcool allylique, et qui dérive aussi de la glycérine : le dérivé dichlorhydrique de l'acroléine, $C^6H^4Cl^2$, devrait être identique avec le dérivé glycérique de même formule. Or cette conclusion est contraire à l'expérience. L'épidichlorhydrine, dérivé glycérique, bout à 102 degrés (Reboul), tandis que le dérivé allylique isomère bout à 84 degrés (Hubner et Geuther).

» M. Henry cherche surtout un appui dans les points d'ébullition comparés de la trichlorhydrine. 155°
et de l'isotribromhydrine. 218
points dont la différence (63 degrés) est à peu près triple de celle qui existe entre les éthers chlorhydrique et bromhydrique de l'alcool ordinaire (26 degrés).

» Mais les comparaisons de M. Henry sont incomplètes. Examinons de plus près ces analogies :

L'alcool ordinaire, $C^4H^6O^2$,	bout à.	78°	
L'éther bromhydrique, C^4H^5Br,	»	38	(Regnault).
L'éther chlorhydrique, C^4H^5Cl,	»	12	»

» En admettant qu'une même différence de composition entre des corps de fonction semblable réponde à peu près à une même différence entre les points d'ébullition, on voit que :

» 1° La substitution de H^2O^2 par HCl abaisse le point d'ébullition d'environ. . . . . 66°

» 2° La substitution de H^2O^2 par HBr l'abaisse de. 40

» 3° La substitution de HBr par HCl l'abaisse de. 26

» Ces relations se vérifient, en effet, approximativement dans l'étude comparée de la glycérine, de la monochlorhydrine et des dichlorhydrine et dibromhydrine :

1°	La glycérine, $C^6H^8O^6$, bout vers	284°	57° (H^2O^2 par HCl).
	La monochlorhydrine, $C^6H^7ClO^4$	227	
	La monochlorhydrine, $C^6H^7ClO^4$	227	49° (H^2O^2 par HCl).
	La dichlorhydrine, $C^6H^6Cl^2O^2$	178	
	Moyenne		53°
2°	La glycérine, $C^6H^8O^6$, bout vers	284°	65° : 2 = 32°,5 (H^2O^2 par HBr).
	La dibromhydrine, $C^6H^6Br^2O^2$	219	
3°	La dibromhydrine, $C^6H^6Br^2O^2$	219	41° : 2 = 20°,5 (HBr par HCl).
	La dichlorhydrine, $C^6H^6Cl^2O^2$	178	

» Les éthers triacides se préparent avec les éthers diacides, dont ils sont plus voisins que de tous autres. Calculons donc leurs points d'ébullition par les mêmes analogies, et en nous servant des chiffres obtenus avec les premiers dérivés glycériques :

I. La trichlorhydrine, $C^6H^5Cl^3$, devrait bouillir à .... 178° — 53° = 125°
53 degrés au-dessous de la dichlorhydrine. Or elle bout en réalité à .... 155°
L'écart est de + 30°.

II. La dichlorhydrobromhydrine, $C^6H^5Cl^2Br$, devrait bouillir à .. 178° — 32°,5 = 145°,5
32°,5 au-dessous de la dichlorhydrine. Or elle bout réellement à. 176°
L'écart est de + 30°,5. Il est d'autant plus remarquable que la dichlorhydrine et son dérivé bromhydrique ont presque le même point d'ébullition, contrairement aux analogies.

III. La chlorhydrodibromhydrine, $C^6H^5Br^2Cl$, devrait bouillir à. 219° — 53° = 166°
53 degrés au-dessous de la dibromhydrine. Or elle bout réellement à .... 202°
L'écart est de + 36°.

IV. La tribromhydrine, $C^6H^5Br^3$, devrait bouillir à .... 219° — 32°,5 = 186°,5
Or il existe ici deux corps isomères, notre tribromhydrine qui bout précisément vers 180 degrés, conformément aux analogies, et l'isotribromhydrine qui bout vers .... 218°
Pour cette dernière l'écart est de + 31°,5.

» En résumé, les quatre composés triacides : $C^6H^5Cl^3$, $C^6H^5Cl^2Br$, $C^6H^5ClBr^2$, $C^6H^5Br^3$ (iso), comparés entre eux, offrent des relations régulières entre leurs points d'ébullition. Les éthers diacides ou monoacides de la glycérine, comparés entre eux, ou avec la tribromhydrine vraie, offrent

aussi des relations régulières. Mais si l'on compare la série triacide à la série des éthers diacides ou monoacides, toute régularité cesse; ou, pour mieux dire, il existe un écart de 30 à 36 degrés entre les points d'ébullition réels et les points calculés. En même temps que le point d'ébullition des éthers triacides est surélevé, leur stabilité s'accroît; il est beaucoup plus difficile de reproduire la glycérine avec les éthers de cette série qu'avec tous les autres.

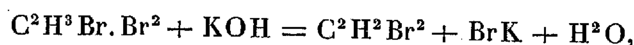
» Sans attacher à ces rapprochements une valeur absolue qu'ils ne comportent pas, j'en avais conclu, il y a douze ans (1), que les combinaisons de la glycérine avec les hydracides doivent appartenir à deux séries distinctes et inégalement stables : l'une comprend la monochlorhydrine, la dichlorhydrine, la dibromhydrine et la tribromhydrine vraie, composés plus voisins qu'aucun autre de la glycérine, qu'ils reproduisent assez aisément. L'autre série, qui régénère difficilement la glycérine, comprend la trichlorhydrine, la dichlorhydrobromhydrine, la chlorhydrodibromhydrine et l'isotribromhydrine.

» Les deux tribromhydrines seraient donc les représentants de deux séries moléculaires distincts et dont la diversité est attestée par un changement dans la stabilité et dans les points d'ébullition théoriques.

» Ces inductions me paraissent conserver toute leur force. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'éthylène bibromé*. Note de **M. Fontaine**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Lorsque, suivant la prescription de M. Sawitsh pour préparer l'éthylène bibromé, on fait tomber goutte à goutte le bibromure d'éthylène bromé dans une solution alcoolique et bouillante de potasse, on obtient, outre l'éthylène bibromé, de l'acétylène bromé et de l'acétylène qui se dégagent sous forme de gaz (Reboul). Il est évident que dans cette expérience une partie du bibromure d'éthylène bromé échappe à la réaction simple,



$$C^2H^3Br.Br^2 + KOH = C^2H^2Br^2 + BrK + H^2O,$$

et subit une décomposition plus profonde.

» En effet le rendement en éthylène bibromé est relativement faible et varie d'une expérience à l'autre.

» On peut supposer *à priori* que la formation simultanée de l'éthylène

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LII, p. 445.

bibromé, de l'acétylène bromé et de l'acétylène est le résultat de trois réactions dissidentes et successives.

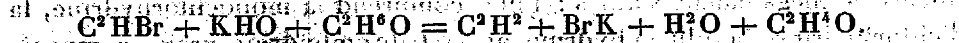
» La première représentée par l'équation précédente fournirait l'éthylène bibromé.

» Ce dernier sous l'influence d'un excès d'hydrate de potasse perdrait HBr et donnerait l'acétylène bromé,



$$C^2H^2Br^2 + KOH = C^2HBr + BrK + H^2O.$$

» Enfin l'acétylène bromé réagissant sur une nouvelle molécule d'hydrate de potasse en solution alcoolique fournirait l'acétylène,



$$C^2HBr + KHO + C^2H^6O = C^2H^2 + BrK + H^2O + C^2H^4O.$$

» Si cette manière de voir est exacte on doit pouvoir, en se plaçant dans des conditions convenables, réaliser séparément l'une ou l'autre réaction. C'est en effet ce que l'expérience confirme.

» 1° On peut obtenir l'éthylène bibromé sans formation de gaz en opérant de la manière suivante :

» On verse peu à peu dans du bibromure d'éthylène bromé $C^2H^3Br.Br^2$ refroidi dans un bassin d'eau une solution alcoolique de potasse en ayant soin d'éviter toute élévation de température.

» Il se sépare immédiatement du bromure de potassium lorsque le liquide a pris une réaction franchement alcaline et persistante, on ajoute de l'eau et l'on sépare l'éthylène bibromé par décantation.

» Il peut être distillé au bain-marie et passe presque en entier à 75 degrés environ. Le rendement est à peu près celui de la théorie.

» 2° L'éthylène bibromé chauffé en vase ouvert avec une solution alcoolique de potasse dégage une grande quantité d'acétylène bromé.

» 3° Enfin en chauffant l'éthylène bibromé en vase clos avec un excès de solution de potasse alcoolique on n'obtient que de l'acétylène.

» On sait par les expériences de M. Reboul que l'acétylène bromé s'enflamme spontanément au contact de l'air.

» Lorsqu'il est mélangé à une assez forte proportion de gaz inerte, il s'échauffe beaucoup au contact de l'air, mais sans s'enflammer, et produit des fumées blanches acides d'acide bromacétique.

» J'ai pu constater que l'oxydation lente de l'acétylène bromé est favorisée par la lumière solaire.

» Ainsi en plaçant une dissolution alcoolique ou autre d'acétylène bromé dans une fiole ouverte dans l'obscurité il n'y a pas production de

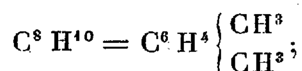
fumées blanches, mais, dès qu'on fait intervenir la lumière, les fumées se développent avec élévation de température, et peuvent même être suivies d'une combustion vive.

» Pendant l'oxydation lente de ce gaz on sent une odeur très-prononcée d'ozone, et le gaz bleuit fortement le papier ioduré et amidonné.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de Chimie de la Sorbonne. (*École pratique des Hautes Études.*) »

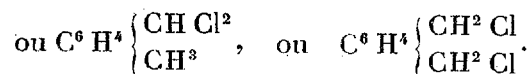
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un glycol aromatique*. Note de **M. E. Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

« On n'a pas réussi jusqu'à présent à obtenir des glycols de la série aromatique. Comme les hydrocarbures non saturés de cette série pouvant fixer 2 atomes de brome ou de chlore ne sont pas encore connus, à l'exception du cinnamène et du stilbène (1), on ne peut ici avoir recours au procédé général mis en usage pour l'obtention des glycols de la série grasse. Il faut donc s'adresser aux hydrocarbures connus de la série aromatique, et voir si en remplaçant 2 atomes d'hydrogène par le chlore ou le brome, on n'arriverait pas à préparer des chlorures ou bromures analogues au chlorure et au bromure d'éthylène. Soit le xylène, par exemple,



$$C^8H^{10} = C^6H^4\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right.;$$

en le traitant par le chlore à l'ébullition, on peut obtenir un dérivé bichloré qui sera



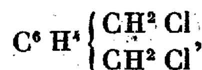
$$\text{ou } C^6H^4\left\{\begin{matrix} CH\,Cl^2 \\ CH^3 \end{matrix}\right., \quad \text{ou} \quad C^6H^4\left\{\begin{matrix} CH^2\,Cl \\ CH^2\,Cl \end{matrix}\right..$$

Le premier est analogue au chlorure d'éthylidène; le second au chlorure d'éthylène.

» Les faits connus ne permettent pas de décider par analogie, si l'élément chlore ou brome se substitue dans le même groupe méthyle, ou dans les deux; on sait en effet que le chlorure d'éthyle chloré diffère du chlorure d'éthylidène, tandis que le chlorure de propyle chloré est identique avec le chlorure de propylène; c'est donc à l'expérience de décider.

(1) M. Cannizzaro n'a pas réussi à obtenir de glycol en partant du cinnamène. Quant au stilbène, il fournit l'hydrobenzoïne, glycol tertiaire, analogue à la pinakone, et ne donnant pas d'acides par les agents d'oxydation.

» En 1867, nous avions obtenu, M. Lauth et moi, un dérivé bichloré $C^8H^8Cl^2$, par l'action du chlore à 140 degrés sur le xylène du goudron de houille, et dont diverses circonstances nous avaient empêchés de poursuivre l'étude. C'est ce dérivé bichloré qui a été le point de départ du présent travail; les expériences suivantes montrent qu'il doit être représenté par la formule



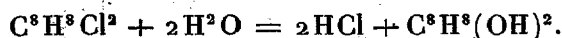
$$C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^2Cl\\ CH^2Cl\end{matrix}\right.,$$

et qu'il se comporte comme l'éther dichlorhydrique d'un glycol.

» Ce composé ne se forme qu'en petite quantité avec le xylène ordinaire; il dérive en effet du méthyltoluène, dont le xylène du goudron de houille ne renferme environ que 10 pour 100 (Fittig).

» *Chlorure de tollylène* (*méthyltoluène bichloré*, *xylène bichloré*), $C^8H^8Cl^2 = C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^2Cl\\ CH^2Cl\end{matrix}\right.$. — Déjà décrit par Lauth et Grimaux (1), ce composé se forme facilement par l'action du chlore sur le méthyltoluène bouillant. Il prend également naissance lorsqu'on distille le glycol tollylénique avec une solution d'acide chlorhydrique, et il passe dans le récipient avec les vapeurs d'eau (2).

» Chauffé avec trente fois son poids d'eau à 170-180 degrés, il donne de l'acide chlorhydrique et du glycol tollylénique,



$$C^8H^8Cl^2 + 2H^2O = 2HCl + C^8H^8(OH)^2.$$

» Il distille avec les vapeurs d'eau en se décomposant légèrement suivant l'équation précédente. Chauffé en vase clos avec l'acétate de soude, il donne du mono- et du di-acétate de tollylène; avec le benzoate de soude, il fournit du monobenzoate de tollylène. Le bichromate de potasse et l'acide sulfurique le transforment en acide térephtatique.

» *Bromure de tollylène* (*méthyltoluène bibromé*) (3), $C^8H^8Br^2$. — On le prépare en faisant tomber goutte à goutte dans du méthyltoluène bouillant

---

(1) *Bulletin de la Société Chimique*, t. VII, p. 233; 1867.

(2) Dosage du chlore :

	Trouvé.	Calculé $C^8H^8Cl^2$.
Cl....	40,23	40,57

(3) Analyse :

	Trouvé.	Calculé, $C^8H^8Br^2$.
C.....	36,35	36,36
H....	3,01	3,03

$2\frac{1}{2}$ fois son poids de brome; le tout se prend par le refroidissement en une masse cristalline, qu'on lave à l'éther jusqu'à ce que le point de fusion soit au-dessus de 140 degrés. On fait recristalliser le bromure dans l'alcool bouillant.

» Peu soluble dans l'éther, il se dissout facilement dans le chloroforme, d'où il se sépare sous forme de grandes lames rhomboïdales. Sa préparation et sa purification sont très-pénibles, car il se forme en même temps des bromures huileux, qui piquent horriblement les yeux.

» Il fond entre 145 et 147 degrés. Le même bromure s'obtient facilement par la distillation du glycol tollylénique avec une solution concentrée d'acide bromhydrique; il passe avec les vapeurs d'eau; il est ainsi parfaitement pur, et n'est un peu irritant que lorsqu'il est chauffé à 100 degrés. Le bromure de tollylène se comporte avec l'eau comme le chlorure correspondant.

» Par l'action du brome sur le xylène du goudron de houille, il se forme également du bromure de tollylène; mais son emploi n'est pas avantageux.

» *Iodure de tollylène*, $C^8H^8I^2$. — On le prépare en faisant bouillir quelques instants le glycol tollylénique avec une solution d'acide iodhydrique bouillant à 127 degrés. Il se présente sous la forme de fines aiguilles qui distillent difficilement avec les vapeurs d'eau. Peu soluble dans l'éther, il se dissout dans l'alcool bouillant et dans le chloroforme. Il jaunit promptement à l'air. Il fond vers 170 degrés en se colorant, et se détruit à une température plus élevée, en dégageant des vapeurs d'iode.

» *Monobenzoate de tollylène* (1), $C^{15}H^{14}O^3 = C^8H^8 \left\{ \begin{array}{l} OC^7H^5O \\ CH^2OH \end{array} \right.$. — Il est très-soluble dans l'alcool et l'éther, et cristallise en longues aiguilles déliées fusibles à 73-74 degrés. On l'a préparé en chauffant, pendant quarante-huit heures à 100 degrés, une solution alcoolique de benzoate de soude avec le chlorure de tollylène, chassant l'alcool par la distillation, lavant à l'eau alcaline et faisant recristalliser dans l'éther le produit solide comprimé.

» *Diacétate de tollylène* (2), $C^{12}H^{14}O^4 = C^8H^8(C^2H^3O^2)^2$. — Préparé par

(1)

	Trouvé.	Calculé $C^{15}H^{14}O^3$.
C..........	74,55	74,38
H..........	5,60	5,79

(2)

	Trouvé.	Calculé $C^{12}H^{14}O^4$.
C..........	64,51	44,86
H..........	6,35	6,30

l'action du chlorure de tollylène à 150 degrés, pendant deux heures, sur une solution alcoolique d'acétate de soude, il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il cristallise par l'évaporation lente de sa solution éthérée en lames dures et brillantes, fusibles à 47 degrés; sa saveur est chaude et camphrée. Oxydé par le mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, il fournit de l'acide téréphtalique. Dans la préparation de ce diacétate, il se forme une matière huileuse qui paraît être le monoacétate, car, traitée par le chlorure d'acétyle, elle fournit du diacétate.

» *Glycol tollylénique* (1), $C^8H^8(OH)^2 = C^6H^4 \left\{ \begin{array}{l} CH^2, OH \\ CH^2 OH \end{array} \right.$ — Il se trouve en dissolution dans l'eau, lorsqu'on chauffe pendant deux ou trois heures le chlorure ou le bromure de tollylène avec 30 fois leur poids d'eau à 170-180 degrés. En abandonnant la solution aqueuse à l'évaporation spontanée, dans l'air sec, elle dépose des aiguilles blanches, dures, opaques de glycol tollylénique. Ainsi préparé, ce corps retient des traces d'acide chlorhydrique, qui abaissent sa teneur en carbone. Pour l'en débarrasser, il faut concentrer la solution aqueuse, la saturer par le carbonate de potasse, agiter avec de l'éther, chasser celui-ci par la distillation, et reprendre le résidu par l'eau bouillante, et abandonner à l'évaporation; ainsi obtenu, il est parfaitement pur.

» Le glycoltollylénique fond à 112-113 degrés; il est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; par l'évaporation lente de ce dernier, il se sépare sous forme d'aiguilles brillantes. Chauffé avec l'acide chlorhydrique, il se transforme immédiatement en chlorure de tollylène. Avec l'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique, il se comporte de la même manière en donnant le bromure et l'iodure de tollylène. Oxydé par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, il fournit de l'acide téréphtalique, de même que le glycol éthylénique fournit de l'acide oxalique.

» *Glycols condensés* (2). — Si l'on chauffe le chlorure et le bromure de tollylène avec l'eau à 200 degrés et au-dessus, on obtient non du glycol, mais des substances jaunes amorphes, insolubles dans tous les solvants, et

---

(1)

	Trouvé.	Calculé $C^8H^{10}O^2$.
C........	69,27	69,56
H........	7,25	7,24

(2)

	Trouvé.	Calculé nC^8H^8O.
C........	81,11	80,00
H........	6,33	6,66

qui paraissent des composés analogues aux alcools polyéthyléniques. L'un d'eux, non encore fondu à 275 degrés, a donné à l'analyse des chiffres qui se rapprochent de la composition d'un oxyde de tollylène condensé.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches experimentales sur l'inflammation suppurative et le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires.* Note de **M. Picot**, présentée par M. Ch. Robin.

« Ces recherches n'ont porté que sur le péritoine seul; je n'ai pas voulu expérimenter sur le poumon, même des grenouilles : le réseau capillaire y est tellement serré que des hémorrhagies se produisent immanquablement. Mes expériences ont été faites et sur des animaux à sang froid (grenouilles) et sur des animaux à sang chaud (souris et chats nouveau-nés). Pour enflammer le péritoine, je me suis contenté du contact de l'air, et pour étudier ce qui se passe du côté des leucocytes je n'ai pas eu recours à une coloration artificielle de ces éléments qui sont très-visibles, et que, à mon avis, le cinabre empêche plutôt de distinguer qu'il ne les met en évidence. Voici les résultats de mes expériences.

» Pendant un temps, variable suivant l'espèce animale et suivant le calibre des vaisseaux examinés, rien ne se modifie, les courants marchent dans le sens où ils marchaient, avec une vitesse sensiblement la même. Puis ces courants se ralentissent, et les vaisseaux diminuent de volume; on peut, dans les capillaires où passent de front plusieurs globules rouges, distinguer facilement les hématies des leucocytes et remarquer la formation de la couche inerte, ou espace blanc de Feltz, en même temps que bientôt après on a vu se dilater les vaisseaux, et certains d'entre eux, ceux qui sont munis de fibres musculaires, devenir moniliformes. Tous ces phénomènes mettent de trois à quatre heures pour se produire chez les grenouilles, une heure et demie à deux heures chez les mammifères.

» Bientôt après les courants changent de direction, et ce changement se produit alternativement dans l'un et l'autre sens, de façon à présenter des oscillations dont la durée est d'une seconde et même moins; j'ai désigné ce phénomène sous le nom de *balancement*.

» A partir du moment où se produit le changement de direction des courants, on peut voir, comme pendant toute la suite des expériences, se former dans les espaces intravasculaires des points sphériques, très-petits d'abord ($0^{m},001$), puis grossissant rapidement et atteignant le volume ordi-

naire des leucocytes. Ces éléments ne procèdent point des corpuscules du tissu conjonctif, ils naissent sur place, et, dans mes expériences, un grand nombre d'entre eux ont montré des expansions sarcodiques ou amiboïdes.

» La circulation s'arrête définitivement ensuite, plus rapidement dans les capillaires que dans les gros tubes, et l'on voit alors ce qui suit :

» Les globules blancs sont situés le long des parois, et, dans les plus fins capillaires, ils remplissent la presque totalité du calibre vasculaire. Bientôt ils se déforment, deviennent ovoïdes, triangulaires, poussent des prolongements en pointe et même se déplacent dans les vaisseaux. J'en ai vu dans des capillaires, où des espaces vides de globules s'étaient produits, aller de la paroi droite à la paroi gauche et revenir à leur point de départ. Malgré tous ces changements et de forme et de position, je n'ai jamais constaté l'issue des globules blancs hors des vaisseaux soit capillaires, soit autres. Jamais je n'ai vu de *stomates* ni de solution de continuité des parois.

» Alors, six à sept heures après le début chez les grenouilles, quatre à cinq heures chez les mammifères, on voit le long des vaisseaux se former des points sphériques, petits d'abord, grossissant ensuite. S'agit-il de fins capillaires, ces éléments se montrent soit dans des points où il n'y a pas de leucocytes intravasculaires, soit dans des points où il y en a ; mais, si l'on a compté les leucocytes qui existaient dans les vaisseaux, on voit que le nombre trouvé n'a pas varié, et que, par conséquent, les éléments apparus le long des parois ne peuvent pas être ceux-là qui étaient contenus primitivement dans les vaisseaux. Bien plus, les leucocytes de nouvelle formation ne se montrent pas seulement le long des parois accusées à droite et à gauche des vaisseaux : on les voit se former sur ces mêmes parois supérieures et inférieures de telle sorte qu'il semblerait que les éléments ainsi produits siégent alors dans le vaisseau lui-même. Cette erreur d'interprétation sera évitée si l'on a soin de compter les leucocytes existant primitivement dans les conduits sanguins et si de plus, au moyen de la vis micrométrique, l'on s'assure du plan horizontal véritable qu'ils occupent. Il s'en produit encore qui, à cheval sur la paroi, peuvent être considérés comme étant à la fois dans le vaisseau et en dehors de celui-ci. En prenant les précautions ci-dessus l'on peut s'assurer de leur position réelle. En comptant du reste les leucocytes intravasculaires on peut voir que leur nombre n'a pas varié et que par le fait ceux-là qui se sont formés dans l'une ou l'autre des situations indiquées ne sont pas sortis du canal vasculaire.

» Il se forme ainsi autour des vaisseaux un nombre considérable de leucocytes se disposant par rangées et entourant comme un anneau ces mêmes

vaisseaux, jusqu'au moment où les espaces intravasculaires, au milieu desquels on a pu voir naître des éléments blancs pendant tout ce temps, deviennent très-granuleux, puis apparaissent remplis de leucocytes, phénomène qui se montre en dernier ressort.

» D'après mes expériences la théorie de Virchow sur la production du pus par prolifération du corpuscule du tissu conjonctif n'est point l'expression de la vérité; la théorie Conheim sur le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires est une erreur d'interprétation, et c'est, à mon sens du moins, pour n'avoir pas compté les éléments blancs intravasculaires et ne pas s'être assuré du plan horizontal réel où ils siégent, que l'auteur allemand et ses continuateurs ont commis ladite erreur d'interprétation. On voit donc qu'en définitive la formation des leucocytes dans la suppuration du péritoine est un fait de genèse, puisque ces éléments apparaissent sur place plus petits qu'ils ne seront bientôt, et suivent leurs phases évolutives sans provenir d'aucun élément anatomique antérieur, ainsi que M. Ch. Robin le professe depuis longtemps. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les pluies de poussière et les pluies de sang.* Note de **M. H. Tarry**, présentée par M. Delaunay.

« Dans une précédente Communication à l'Académie (1), après avoir indiqué la loi des phénomènes connus sous le nom de *pluies de sable* ou *pluies de sang*, je demandais la permission d'exposer comment les trois pluies de sable des 10 mars 1869, 24 mars 1869 et 14 février 1870 se sont produites dans des circonstances identiques qui satisfont de la manière la plus complète à la théorie que j'ai présentée. Ce sont ces circonstances que je veux étudier aujourd'hui.

» Le 26 février 1869, une énorme dépression barométrique se manifeste *tout d'un coup* en Norvége; le baromètre descend de 25 millimètres en vingt-quatres heures à Stockholm, Hermosand et Christiansund, et marque 725 millimètres dans cette dernière localité. Les jours suivants, le centre de dépression descend vers le sud de l'Europe. Le 2 mars, son action s'étend sur les côtes de Provence et la Méditerranée. Le 3 mars, à 11 heures du matin, l'ouragan aborde la côte d'Afrique. Je me trouvais en ce moment à Philippeville, prêt à m'embarquer sur le *Sinaï*, qui partait pour France, et la violence de la mer devint telle que notre paquebot, mouillé en rade,

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1043.

eut les deux chaînes de ses ancres cassées par les vagues pendant la nuit, et dut s'éloigner des côtes au plus fort de l'ouragan.

» A l'aide de plusieurs témoignages, je pus suivre la marche de l'ouragan jusqu'à Tougourt, que j'avais quitté quelques semaines auparavant, et établir de la manière la plus certaine qu'une quantité énorme de sable avait été enlevée par l'ouragan au point de rendre l'atmosphère complétement irrespirable. Puis, quelques jours après, le cyclone retraversait le Sahara et la Méditerranée. Le centre de dépression était, le 10 mars, à Naples, où le baromètre descendit jusqu'à 737 millimètres, et le même jour on observait à Naples, à Rome et à Subiaco, une véritable chute de poussière rougeâtre qui obscurcissait l'air. La pluie étant venue à tomber sur ces entrefaites, on remarqua que chaque goutte laissait, à l'endroit où elle était tombée, une tache d'une teinte brunâtre très-prononcée, identique aux taches que laisserait une eau contenant en dissolution le sable du Sahara. En exposant à la pluie une feuille de papier ou en nettoyant les vitres des croisées, on pouvait recueillir de ce sable, qui ne pouvait évidemment venir ni de l'Italie, ni de la Sicile (1).

» Dix jours après, dans la nuit du 19 au 20 mars 1869, une violente tempête, venant de l'Angleterre, assaillit les côtes nord de la France. Le 20, un centre de dépression atmosphérique très-marqué existe à Boulogne (743 millimètres); le 21, il est déjà à Lesina, sur l'Adriatique. Pendant plusieurs jours un vent violent du nord-ouest sévit sur la France, puis sur l'Italie. Le 22, le cyclone est sur l'Afrique, où il soulève, comme précédemment, les sables du Sahara; puis le mouvement de recul se produit; une baisse barométrique se manifeste à nouveau sur le sud de l'Europe, où la pression s'était relevée après le passage du cyclone. Le 24, le baromètre descend à 740 millimètres à Palerme, à 742 à Rome; le vent prend une violence inouie; à Rome, le météorographe du P. Secchi indique une vitesse de 640 milles en vingt-quatre heures, la plus grande qui ait été atteinte dans toute l'année.

» En même temps, le 23 mars, on observe en Sicile que l'atmosphère est chargée de nuages épais et d'une poussière jaunâtre qui donne au ciel un aspect insolite. La pluie étant venue à tomber, chaque goutte laisse un résidu jaune qu'on ne peut séparer entièrement qu'après deux ou trois fil-

(1) *Voir*, pour plus de détails, le *Piccolo giornale di Napoli*, du 11 mars 1869, et les correspondances insérées au *Journal des Débats* et au *Journal officiel* du 1er avril 1869.

trations. Cette substance, analysée par le professeur Silvestre à Catane, contenait les éléments suivants :

Eau	998,872
Argile	0,910
Sable calcaire	0,289
Peroxyde hydraté de fer	0,252
Chlorure de sodium	0,216
Silice	0,121
Matières organiques azotées	0,540
Un litre de pluie	1001,200 (1).

» Le même phénomène est observé à Subiaco, près de Rome, où M. Alvarez recueille, sur les vitres de ses fenêtres, du sable qui y était tombé pendant la nuit, et qui lui parut en tous points semblable à celui qu'il avait déjà recueilli le 10 du même mois (2).

» Enfin, à Lesina en Illyrie, le même phénomène se reproduit le 24 mars, et dans le *Bulletin international* de l'Observatoire de Paris, en regard du nom de cette station, à la date du 26, on trouve ces mots : *pluie de sang*. M. Gregorio Bucchich m'écrit de cette ville que c'est bien le 24 mars que le phénomène y a été observé, et que la relation détaillée en est insérée dans le journal de ce pays qui a pour titre : *Zeitschrift für Meteorologie*. Voilà bien les pluies de sang dont parle Tite-Live, enregistrées par l'Observatoire impérial de Paris.

» Examinons maintenant ce qui s'est passé en 1870. Le 7 février, une forte dépression barométrique se produit sur l'Angleterre; le baromètre marque 745 millimètres à Penzance; le 9 elle descend sur la Méditerranée; le 10 elle est sur la Sicile, où le baromètre est plus bas qu'à Rome. Cette baisse barométrique est accompagnée d'une violente tempête; à Rome, le vent souffle du nord avec violence pendant trois jours consécutifs, les 8, 9 et 10. Sous cette influence glaciale un froid terrible règne en France et en Italie; il neige à Rome dans les nuits des 8 et 9. Le 11 et le 12, le temps se calme, et le baromètre remonte; le cyclone est sur l'Afrique où il soulève les sables du Sahara. Puis le mouvement de recul dont nous avons parlé ne tarde pas à se faire sentir; le 12, le baromètre tombe à 743 millimètres au sud de l'Espagne; un vent furieux du sud ne cesse de souffler le 13 et le 14 sur l'Espagne et l'Italie; l'Afrique renvoie comme précé-

(1) *Annuario scientifico ed industriale di Milano*, anno 1869, p. 108.

(2) *Bullettino dell' Osservatorio del Collegio Romano*, mars, avril et mai 1869.

demment à l'Europe le cyclone qu'elle en a reçu les jours précédents avec l'ouragan qui l'accompagne, plus le sable qu'il a enlevé au Sahara. En effet, le 13 février, à 2 heures de l'après-midi, la présence d'un sable rougeâtre dans l'eau de pluie est constatée dans les environs de Rome, à Subiaco, par M. Alvarez; à Tivoli, par le P. Ciampi, et à Mondragone par le P. Lavaggi (1). Dans la nuit du 13 au 14, il tombe à Gênes une matière terreuse et rouge, et, à Moncalieri, le P. Denza, directeur de l'Observatoire, recueille de la *neige rouge* contenant ce même sable dont j'ai vu un échantillon, et que je n'hésite pas à assimiler complétement au sable du Sahara.

» On voit combien la théorie que j'ai donnée précédemment rend compte de la manière la plus satisfaisante de tous ces phénomènes, en apparence dissemblables, et dus à une cause unique et toujours la même; la seule difficulté consistait à grouper ensemble des observations s'étendant sur un espace assez considérable pendant plusieurs jours consécutifs. C'est en suivant cette voie et en étudiant attentivement, comme je l'ai fait dans le *Bulletin international* de l'Observatoire de Paris, qu'on fera faire à la météorologie des progrès décisifs.

» Une conséquence qui ressort avec une évidence frappante de ces faits, c'est l'importance considérable qu'il y aurait à insérer dans ce *Bulletin international* les données météorologiques de l'Algérie. Les tempêtes équinoxiales parcourent la Méditerranée d'Europe en Afrique et d'Afrique en Europe sans que les ports d'Algérie soient prévenus dans le premier cas, et ceux de France dans le second. Combien d'existences seraient sauvées cependant si les observations météorologiques de la métropole et de la colonie étaient reliées par un service quotidien!

» Comme, lorsqu'il s'agit de faire adopter une théorie nouvelle qui change les idées reçues, on ne saurait trop accumuler les observations et les preuves, je joins à ce Mémoire deux tableaux qui représentent les indications fournies, du 2 au 11 mars 1869 et du 7 au 15 février 1870, par le météorographe construit par le P. Secchi, ce merveilleux instrument qu'on a pu admirer à l'Exposition universelle de 1867, et qui enregistre actuellement à l'Observatoire du Collége Romain, d'une manière continue, non-seulement la température et la pression barométrique, mais la direction et la force du vent. L'inspection de ces tableaux montre d'une manière frappante la succession des phénomènes atmosphériques qui se produisent avant et pendant la chute des pluies de poussière. »

(1) *Osservatore Romano*, 17 mars 1870.

MÉTÉOROLOGIE. — *Note relative à des perturbations magnétiques observées par* de Saussure, *au col du Géant, avant le terrible orage de* 1788; par **M. Ch. Dufour.**

« Dans la séance de l'Académie, du 18 avril 1870, M. Sonrel, à propos de l'aurore boréale du 5 avril, a fait remarquer que cette aurore avait été suivie d'une bourrasque, comme cela a déjà eu lieu après celle du 13 mai 1869. Une observation pareille a déjà été faite après les belles aurores boréales que l'on a vues à la fin de l'été de 1859, et après celle du 21 février 1848, à laquelle a succédé, à Genève, un violent orage, le 26 du même mois.

» Je n'ai pu me procurer de documents météorologiques pour savoir s'il y avait eu des bourrasques pareilles après les grandes aurores boréales du 7 janvier et du 8 mars 1831, et après l'aurore beaucoup plus faible du 15 janvier de la même année.

» Mais il est peut-être bon de faire remarquer que, le 12 juillet 1788, de Saussure, qui faisait alors son séjour au col du Géant (altitude: 3426 mètres), fut frappé de la marche irrégulière de ses boussoles pendant la journée du 12 et pendant la nuit du 12 au 13. De plus, vers minuit et demi, il remarqua dans le firmament trois bandes lumineuses, qu'il considéra comme de faibles aurores boréales. Or, le lendemain 13 juillet 1788, éclata sur la France un des plus violents orages dont l'histoire fasse mention. Deux larges colonnes de grêle ravagèrent le pays, depuis les bords du golfe de Gascogne jusque sur les côtes de la Baltique, et le nombre des clochers foudroyés fut considérable.

» De Saussure est probablement mort sans avoir songé à la corrélation qu'il pouvait y avoir entre cet orage et les phénomènes magnétiques qu'il avait observés la veille. Mais à présent, à la suite des travaux de quelques physiciens, et entre autres de ceux du P. Secchi, on s'occupe de cette question. Il est bon de rappeler que le terrible orage de 1788 avait été précédé des perturbations magnétiques du col du Géant. »

M. Toselli adresse une nouvelle Communication concernant les résultats obtenus au moyen du « réfrigérateur dynamique » dont il avait donné la description dans la séance dernière.

Cette Note sera soumise, ainsi que la précédente, à l'examen de M. Jamin.

M. V. Oudart exprime le désir de soumettre au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « le Pendule et les Planètes », qu'il considère comme une démonstration de la Théorie de Laplace.

Les règlements de l'Académie s'opposent à ce que ce Mémoire, déjà publié, puisse être l'objet d'un Rapport.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Introduction à la Mécanique industrielle physique ou expérimentale; par M. J.-V. Poncelet, 3e *édition, publiée par* M. X. Kretz. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Combes.)

Rapport présenté à S. Exc. M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, par l'Académie impériale de Médecine, sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1868. Paris, 1870; in-8°. (6 exemplaires.)

La force des forces. La pression atmosphérique force motrice gratis à la disposition du génie humain; par M. R. Röttger. Paris, 1869; br. in-12.

Calcul des épaisseurs de fonds plats et bombés des chaudières cylindriques; par M. H. Resal. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Présenté par M. Élie de Beaumont.)

Nouveaux éléments de physique médicale, par MM. V. Desplats *et* C.-M. Gariel; *précédés d'une préface par* M. Gavarret. Paris, 1870; in-8° relié. (Présenté par M. Wurtz.)

Traité des substitutions et des équations algébriques. Seconde partie. De la résolution par radicaux; par M. C. Jordan. Paris, 1870; in-4°. (Présenté par M. Élie de Beaumont.)

Notice sur les travaux de M. C. Jordan. Paris, 1870; in-4°.

De l'industrie des machines à coudre à la maison centrale de Montpellier, et de l'utilité des moteurs artificiels dans cette industrie; par M. A. ESPAGNE. Paris, 1869; br in-8°. (2 exemplaires.)

Traité de paléontologie végétale, ou la Flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel; par M. W.-Ph. SCHIMPER, t. II, 1re partie (pages 1 à 522). Paris. 1870; 1 vol. in-8° avec atlas. (3e liv. planches LI à LXXV.)

Réforme et liberté de l'enseignement supérieur; par M. L. ADAM. *Mémoire précédé d'une Lettre de* M. le Baron DE DUMAST. Paris, 1870; br. in-8°.

Spécification et noms légitimes de six Échinolampes; par M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, 1870; br. in-8°.

Sur les épines des Échinocidarites; par M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, 1869; br. in-8°.

Carte routière industrielle et minière de l'arrondissement d'Alais (département du Gard). 1867; 1 feuille gr.-aigle.

Essai sur les moyens de transport et des secours en général à accorder aux blessés et malades en temps de guerre; par M. G.-F. VAN DOMMELEN. La Haye, 1870; in-4° avec atlas grand in-folio.

Leçons sur les maladies des femmes; par M. Ch. WEST, *traduites de l'anglais sur la* 3e *édition, et considérablement annotées; par* M. Ch. MAURIAC. Paris, 1870; in-8° relié.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société mathématique de Londres,* nos 21 à 24. Londres, 1869; 2 br. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société Royale de Londres,* t. XVII, nos 109 à 113; t. XVIII, nos 114 à 118. Londres, 1869; 10 brochures in-8°.

The... *La Société royale. Liste des membres au* 30 *novembre* 1869. Londres, 1869; in-4°.

Philosophical... *Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres,* t. 159, 1re et 2e parties. Londres, 1869-1870; 2 vol. in-4° avec planches.

The... *Transactions de l'Académie royale irlandaise,* t. XXIV, *Science,* liv. 9 à 15; *Littérature,* liv. 4; *Antiquités,* liv. 8. Dublin, 1867; in-4°.

La musica... *La musique, science et art,* fasc. 13 et 14; *par* M. G. PRIVITERA. Sans lieu ni date; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut, 108e liv. Paris, 1870; in-4° texte et planches.

Annales de l'Observatoire impérial de Paris, publiées par M. U.-J. LE VERRIER, t. V. Paris, 1859; in-4°.

Annales de l'Observatoire impérial de Paris, publiées par M. U.-J. LE VERRIER : *Observations,* t. VII, 1847; t. VIII, 1848-1849; t. IX, 1850-1851; t. XI, 1854-1855. *Mémoires,* t. VII, VIII, IX. Paris, 1863 à 1869; 7 vol. in-4°.

Introduction à la physique mathématique. De la fonction potentielle et du potentiel; par M. R. CLAUSIUS, *traduit de l'allemand par* M. F. FOLIE. Paris, 1870; in-8° relié.

Thermomètre-avertisseur électro-métallique; par M. LEMAIRE-FOURNIER. Paris, 1870; in-8°. (3 exemplaires.)

Tableau de la fièvre jaune à Valence peint par M. J. APARICIO, *présenté à l'Académie impériale de Médecine le 17 mai 1870 par* M. le Baron LARREY. Paris, 1870; br. in-8°.

De la dilatation du canal par l'urine elle-même dans les cas de rétrécissement de l'urèthre; par M. BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, sans date; br. in-8°.

Le muséum régénéré par l'enseignement libre; par M. V. MEUNIER. Paris, 1870; opuscule in-8°. (2 exemplaires.)

Mémoire de la Société d'Agriculture, Sciences Belles-Lettres et Arts d'Orléans, 2e série, t. XIII, n°s 1 et 2. Orléans, 1870; 2 br. in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques; par M. J. RAYNAUD. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Ed. Becquerel.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATUM.

(Séance du 30 mai 1870.)

Page 1192, ligne 9, *au lieu de* M. J. MARIO, *lisez* M. F. MARCO.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Note de* M. Jamin *sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides; par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Dans cette Note, M. Jamin écrit, en me citant, les lignes suivantes :

« M. H. Sainte-Claire Deville a essayé de rattacher ces phénomènes à la théorie mécanique de la chaleur, mais il est obligé d'admettre que, « de même que dans les machines, il » y a des pertes de force vive, de même, dans les combinaisons chimiques, il y a des pertes » de forces vives ou de température qu'on peut calculer..., c'est de la chaleur perdue ou » plutôt rendue latente, en vertu de causes tout à fait connues; ainsi la dissolution est une » cause de froid, non-seulement lorsqu'elle s'effectue entre un liquide et un solide qui se » liquéfie, mais encore entre deux liquides qui se dissolvent.... »,

qu'il accompagne de ces réflexions :

» Ces hypothèses sont malheureusement un peu vagues; elles n'établissent entre les faits et l'explication aucune relation numérique, et sont dépourvues de sanction expérimentale. Je viens à mon tour soumettre à l'Académie une idée nouvelle qui me paraît de nature à faciliter la solution de cette importante question. »

» Dans les deux phrases citées comme m'appartenant, M. Jamin, j'en

suis sûr, ne s'est pas aperçu qu'il remplaçait par des points six mots des plus importants et qui en déterminent le vrai sens. Telles que le lecteur les verra à la page 1310 du dernier *Compte rendu*, il les prendra pour l'expression de deux banalités qui n'ont même pas la valeur d'*hypothèses malheureusement un peu vagues*, et *dépourvues de sanction expérimentale*, suivant la critique sévère de M. Jamin. Dans ces deux tronçons de phrase, il n'y a toutefois qu'un rapprochement motivé entre des phénomènes que je ne peux décrire ici, et qu'une allusion à un fait à peu près généralement vérifié à propos de ce qu'on est convenu d'appeler une dissolution, par opposition avec une combinaison : la dissolution s'effectuant le plus souvent avec absorption de chaleur. Je ne suis coupable, en tout cas, d'aucune hypothèse.

» Je rétablirai donc la phrase telle qu'elle se trouve imprimée à la page 536 du tome L des *Comptes rendus* (12 mars 1860) (1) :

« Mais, de même que dans les machines il y a des pertes de forces vives, de même dans les combinaisons chimiques il y a des pertes de forces vives ou de température qu'on peut calculer *avec la règle que j'ai donnée* : c'est de la chaleur perdue ou plutôt rendue latente en vertu de causes tout à fait connues. Mais la dissolution est une cause de froid non-seulement lorsqu'elle s'effectue entre un liquide et un solide qui se liquéfie, mais encore entre deux liquides qui se dissolvent, ou même, comme l'a démontré M. Person, entre une dissolution déjà faite et l'eau dont on l'étend. »

» Ces mots supprimés : *avec la règle que j'ai donnée* suppriment en même temps le sens attaché au Mémoire que j'ai publié à cette époque. C'est, en effet, dans ce Mémoire qu'on trouvera *la règle que j'ai donnée* pour déterminer par expérience et sans hypothèse la chaleur de contraction et les pertes de force vive dans les combinaisons chimiques. C'est aussi dans ce Mémoire que j'ai publié pour la première fois les arguments contre l'affinité que j'employais depuis longtemps dans mon enseignement.

» La guerre que je fais aux hypothèses m'amène naturellement à m'occuper du zéro absolu, abstraction, fiction mathématique utile dans la Mécanique de la chaleur, mais qui ne peut être introduite dans les applica-

---

(1) Quand on cite textuellement ou d'une manière incomplète un auteur, il faut toujours donner l'indication exacte des sources auxquelles on a puisé : c'est ce que n'a pas fait M. Jamin. Aussi j'ai été très-longtemps avant de trouver le Mémoire où j'ai écrit, il y a dix ans, les lignes citées plus haut; les six mots supprimés étant les seuls qui aient trait au sujet principal de ce Mémoire. Sans cette omission de M. Jamin, je n'aurais peut-être pas réclamé.

tions qu'à une condition expresse : c'est de lui donner une interprétation claire dans chaque cas, interprétation qui fasse voir la relation qui existe entre cette abstraction et la réalité, comme on en trouve un exemple frappant dans l'énoncé du principe de Carnot.

» Il faut donc écarter cette hypothèse de nos raisonnements pratiques, ce qui est toujours possible. Ainsi M. Jamin, pour établir une formule

$$M = (\gamma - \gamma_1) t + \gamma\theta,$$

s'appuie sur l'hypothèse du zéro absolu dans une circonstance où il est bien facile de s'en passer. Voici le cas (*voir* p. 1311).

» On prend quatre vases imperméables à la chaleur : dans deux de ces vases, on introduit des poids égaux ε d'eau ; dans les deux autres, des poids égaux α d'un autre corps, l'alcool par exemple [la somme $\varepsilon + \alpha = 1^{kg}$ (1)]. La température de tous ces liquides est la même et égale à t^o. On prend un des vases pleins d'eau et l'on verse intégralement cette eau dans un des vases contenant de l'alcool, de manière à en faire un mélange homogène. En se formant, ce mélange s'échauffe jusqu'à $(t + \theta)^o$, tandis que la température de l'alcool et de l'eau, qui sont séparés dans les deux autres vases, ne change pas et reste égale à t^o. Il est nécessaire, à moins de supposer une création de forces, que la quantité de chaleur contenue dans le mélange d'eau et d'alcool à la température $(t + \theta)^o$ soit exactement la même que la quantité totale de chaleur contenue dans les éléments eau et alcool dans les deux autres vases, et qui sont toujours à la température de t^o; car nous supposons qu'il n'y a aucune perte de chaleur, par travail externe, par rayonnement ou par contact avec les vases. Prenons les trois vases restants et plongeons-les dans la glace fondante. Le mélange d'eau et d'alcool à $(t + \theta)^o$ va perdre une quantité de chaleur $\gamma(t + \theta)$, son poids étant 1 et sa chaleur spécifique γ. Les éléments séparés, eau et alcool, étant à t^o, perdront une quantité de chaleur égale à $\gamma_1 t$ (γ_1 étant la chaleur spécifique moyenne $\varepsilon c + \alpha c'$ des deux liquides, en adoptant la notation de M. Jamin). L'excès de la perte de chaleur subie par le mélange d'alcool et d'eau sur la perte de chaleur subie par les éléments de ce mélange, quand tous ces

(1) Pour bien comprendre l'article de M. Jamin et le mien, il faut d'abord corriger une faute d'impression au bas de la page 1310, où un signe + a été substitué au signe =. Ensuite il faut réparer une légère omission : évidemment les proportions ou fractions ε et α doivent avoir une somme égale à l'unité, sans quoi la capacité calorifique moyenne serait $\frac{\varepsilon c + \alpha c'}{\varepsilon + \alpha}$ et non $\varepsilon c + \alpha c'$, comme l'écrit l'auteur à la page 1311.

liquides arriveront à la même température zéro, sera

$$\gamma(t+\theta) - \gamma_1 t = (\gamma - \gamma_1)t + \gamma\theta.$$

Or, c'est précisément cette expression M à laquelle arrive M. Jamin par la considération du zéro absolu, et qui, dans tous les cas, ne peut être définie que par une somme algébrique de deux quantités de chaleur. Cette définition acceptée, l'expression

$$M = (\gamma - \gamma_1)t + \gamma\theta$$

équivaut à une identité. Comme il n'existe aucun moyen de déterminer directement M et autrement qu'en déterminant par l'expérience toutes les quantités γ, γ_1, t et θ qui entrent dans l'expression, il s'ensuit que celle-ci ne peut servir ni à prévoir ni à expliquer aucun phénomène. Par conséquent, MM. Bussy et Buignet ont tiré de leurs belles expériences les conclusions dont elles sont susceptibles à ce point de vue.

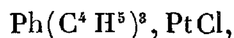
» Il n'en serait plus de même si l'on trouvait une relation numérique entre deux quelconques des quantités qui entrent dans les formules de ce genre : si, par exemple, on trouvait une relation entre les valeurs des chaleurs spécifiques des éléments et la température résultant de leurs réactions chimiques. C'est là ce qui m'avait fait entreprendre ce travail, dans lequel j'ai introduit la notion de la chaleur de contraction et des pertes de température ou de force vive. M. Hautefeuille et moi, nous avons fait un grand nombre d'expériences sur ce sujet; nous nous sommes aperçus que des différences très-petites dans les données des calculs et des corrections influaient d'une manière prépondérante sur les résultats. Les coefficients de dilatation, les chaleurs spécifiques doivent être déterminés avec une rigueur telle, que nos méthodes expéditives d'observation ont dû être changées. Nous avons momentanément abandonné ce sujet pour le reprendre dès que nous pourrons le traiter dans des conditions de meilleure expérimentation. »

« M. **Jamin** annonce qu'il fera une réponse à la Note de M. H. Sainte-Claire Deville, quand il aura pu en prendre connaissance dans les *Comptes rendus*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés de la triéthylphosphine; par* **MM. Aug. Cahours** *et* **H. Gal.**

« Nous avons fait voir, dans une Note précédente, qu'il se produisait par l'action réciproque du bichlorure de platine et de la triéthylphosphine

un composé représenté par la formule

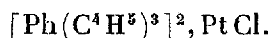


$$Ph(C^4H^5)^3, PtCl,$$

qui, dans la série des phosphines, représente le correspondant du sel vert de Magnus. Ce composé, qui se sépare de sa dissolution alcoolique sous la forme de prismes longs et opaques, jaune de soufre, et d'une solution éthérée sous la forme de prismes volumineux, transparents, jaune de succin, fond à 150 degrés et n'éprouve aucune altération d'une température de 250 degrés. Sa densité est de 1,50 à 10 degrés.

» Une solution alcoolique de ce produit, maintenue pendant plusieurs heures à la température de 100 degrés dans des tubes scellés à la lampe, dépose des cristaux nets et brillants du composé blanc isomérique. Nous avons constaté que, dans ces circonstances, la transformation était complète.

» Les cristaux jaunes, insolubles dans l'eau pure, se dissolvent dans ce liquide, lorsqu'on le porte à l'ébullition, après l'avoir préalablement additionné de triéthylphosphine. La solution, qui est incolore, étant évaporée rapidement, fournit des cristaux prismatiques incolores qui, soumis à l'analyse, immédiatement après leur formation, nous ont donné des nombres qui conduisent à la formule



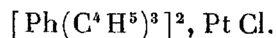
$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl.$$

» Ce composé, qui correspond au sel de Reiset $(AzH^3)^2 PtCl$, abandonne spontanément à la longue 1 équivalent de triéthylphosphine et reproduit $Ph(C^4H^3)^2 PtCl$, sous forme de la variété blanche.

» Cette tranformation se produit très-rapidement lorsqu'on maintient la combinaison à la température de 100 degrés, phénomène entièrement semblable à celui que présente le sel de Reiset, qui, sous l'influence de la chaleur, se dédouble en ammoniaque et en un isomère du sel de Magnus.

» La solution du composé précédent précipite les sels d'argent (sulfate, azotate, acétate, etc.), en donnant naissance aux sels correspondants.

» Traitée par AgO, HO, elle fournit une liqueur fortement basique, qui, neutralisée par l'acide chlorhydrique, reproduit le composé



$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl.$$

» Ajoute-t-on à cette liqueur une solution de bichlorure de platine, il se produit un précipité brun-marron qui se dissout en faible proportion dans l'alcool même bouillant et s'en sépare par un refroidissement gradué sous la forme de cristaux bruns très-nets.

» L'analyse de ces cristaux desséchés sous une cloche à côté d'un vase

renfermant de l'acide sulfurique concentré nous a fourni les résultats suivants :

I. $0^{gr},403$ de matière ont donné $0^{gr},205$ d'eau et $0^{gr},401$ d'acide carbonique;
II. $0^{gr},223$ du même produit ont donné $0^{gr},168$ de chlorure d'argent,

résultats, qui, traduits en centièmes, conduisent à la formule

$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl, PtCl^2.$$

» En effet, on a

	Trouvé.		Exigé.
	I.	II.	
Carbone............	27,1	»	26,9
Hydrogène..........	5,6	»	5,5
Phosphore..........	»	»	»
Chlore.............	»	18,8	19,7
Platine............	»	»	»

» Il résulte donc de l'ensemble des faits que nous avons fait connaître que la triéthylphosphine peut, à la manière de l'ammoniaque, former, par son union avec le protochlorure de platine, deux composés qui correspondent de la manière la plus nette aux sels de Magnus et de Reiset. Et, de même que le sel de Reiset abandonne, lorsqu'on le chauffe, la moitié de l'ammoniaque qu'il renferme, pour engendrer un isomère du sel de Magnus, de même aussi le composé correspondant formé par la triéthylphosphine laisse pour résidu, lorsqu'on le place dans des circonstances analogues, la substance blanche isomère du sel jaune.

» Remplace-t-on la solution de bichlorure de platine par une solution de sesquichlorure d'or, on obtient un précipité d'un beau jaune cristallin. Ce dernier, purifié par une cristallisation dans l'alcool, donne à l'analyse des nombres qui conduisent à la formule

$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl, Au^2Cl^3.$$

» Le chlorure de palladium se comporte, à l'égard de la triéthylphosphine, de la même manière que le chlorure de platine. On observe la production de phénomènes analogues, et l'on obtient finalement un sel jaune insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se sépare par le refroidissement sous la forme de magnifiques prismes jaune de soufre. L'éther le dissout en petite proportion et l'abandonne par l'évaporation spontanée, sous la forme de gros prismes transparents d'un jaune de succin.

» Soumis à l'analyse, ce produit nous a donné les résultats suivants :

I. $0^{gr},270$ de substance ont fourni, par la combustion avec l'oxyde de cuivre, 0,175 d'eau et 0,338 d'acide carbonique;

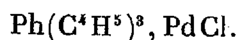
II. $0^{gr},325$ du même produit ont donné 0,215 d'eau;

III. $0^{gr},370$ de matière ont donné 0,253 de chlorure d'argent.

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.
Carbone..........	34,51	34,40	»
Hydrogène........	7,21	7,34	»
Chlore...........	»	»	17,03

qui s'accordent avec la formule



$$Ph(C^4H^5)^3, PdCl.$$

» Cette dernière exige en effet les nombres suivants :

C^{12}..................	72,0	34,83
H^{15}..................	15,0	7,25
Ph..................	31,0	14,98
Pd..................	53,2	25,76
Cl..................	35,5	17,18
	206,7	100,00

» Insoluble dans l'eau pure, le sel de palladium se dissout facilement dans l'eau chargée de triéthylphosphine. Cette dissolution, qui est incolore, ne forme pas de chloroplatinate.

» L'évaporation ou l'ébullition de la liqueur, en déterminant la séparation de la triéthylposphine, laisse déposer le sel de palladium parfaitement intact. Il ne se produit donc pas ici de phénomène anologue à celui qu'on observe avec le sel jaune de platine, qui, dans les mêmes circonstances, se transforme en un produit isomérique.

» Lorsqu'on ajoute de la triéthylphosphine à une dissolution concentrée de sesquichlorure d'or dans l'alcool, la couleur du liquide va s'affaiblissant progressivement, finit bientôt par disparaître. Si l'on maintient le mélange des matières pendant quelques minutes à une température voisine de 100 degrés, puis qu'on ajoute de l'eau, la liqueur se trouble et laisse déposer un précipité blanc cristallisé. Ce dernier, redissous dans l'alcool, s'en sépare par l'évaporation sous la forme de longs prismes incolores d'une grande beauté.

» Soumis à l'analyse, ce composé nous a fourni les nombres suivants :

Carbone	20,1
Hydrogène	4,4
Or	56,1
Chlore	9,8

» La formule $Ph(C^4H^5)^3Au^2Cl$ exige

C	20,4
H	4,5
Au	56,6
Cl	10,0

» Il se produirait donc dans ces circonstances, comme dans le cas du bichlorure de platine, un phénomène de réduction accompagné de la formation d'un composé semblable au sel jaune platinique. Nous poursuivons en ce moment l'étude de ce composé, qui nous paraît présenter un certain intérêt. »

M. Is. Pierre fait hommage à l'Académie du troisième volume de ses « Études théoriques et pratiques d'Agronomie et de Physiologie végétale ».

MÉMOIRES LUS.

M. Tremblay donne lecture d'une Note relative à un moyen qu'il propose pour mettre fin à la sécheresse.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Scoutetten soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « De l'électricité du sang chez les animaux vivants, de l'anesthésie, et de l'unité des forces physiques et vitales ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. E. Rabot adresse un « Mémoire sur une méthode d'assainissement des hôpitaux, hospices et asiles envahis par le typhus, la pourriture d'hôpital, etc. ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. Déclat adresse une Lettre relative au traitement de la fièvre typhoïde par l'acide phénique.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. C. de Freycinet, en adressant à l'Académie un nouveau volume qu'il vient de publier, avec le titre « Principes de l'assainissement des villes », exprime le désir que ce livre soit joint au Traité d'assainissement industriel qu'il a déjà présenté pour le concours des prix des Arts insalubres.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule adressé par *M. C. Poelman*, de Gand, sur le « Travail fonctionnel chez l'homme ».

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Dieulafait*, portant pour titre « Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'infralias dans le sud et le sud-est de la France ».

« M. de Verneuil fait remarquer que, dans ce Mémoire, qui n'est qu'un chapitre de la description géologique du Var, dont M. Dieulafait est chargé, l'auteur arrive, à la suite d'observations multipliées, à deux conclusions intéressantes :

» 1° L'infralias et la zone à *Avicula contorta* sont beaucoup plus développés qu'on ne le pensait dans le sud et le sud-est de la France. Ils s'étendent, presque sans interruption, depuis le département des Bouches-du-Rhône jusqu'au fleuve du Var.

» 2° Cette série de dépôts est discordante avec le trias sur lequel elle repose, puisque la partie supérieure de ce dernier, formé par les marnes irisées, manque en Provence, ainsi que M. Élie de Baumont l'avait déjà fait remarquer.

» A sa partie supérieure, l'infralias offre certaines affinités avec le lias; ainsi, dans la Provence septentrionale, là où la formation liasique est complète, on constate que l'infralias, tout en conservant sa physionomie, se rattache manifestement au lias; mais ce dernier ne s'avance pas dans la partie orientale du Var, ni vers l'Italie, tandis que l'infralias n'est ni interrompu, ni même modifié, quand le lias disparaît tout entier. Il en résulte une certaine indépendance entre les deux formations, d'où l'auteur con-

clut, que l'ensemble de couches qu'il désigne sous le nom d'*infralias* et *zone à Avicula contorta* est un étage qui, à tous les points de vue et surtout au point de vue stratigraphique, possède une individualité et une indépendance remarquables vis-à-vis des dépôts entre lesquels il est compris, plus tranchées toutefois avec le trias qu'avec le lias. »

M. Dumas communique à l'Académie une Lettre de *M. H. Bouilhet*, relative à la production des dépôts de nickel galvanique.

Cette Communication est accompagnée d'une Lettre de *M. de Jacobi*, constatant que ces dépôts peuvent être effectués tout aussi bien par d'autres sulfates de nickel, que par le sulfate de nickel et d'ammoniaque. Un échantillon de nickel en lame, obtenu dans un bain de sulfate de nickel et de magnésie, vient à l'appui de cette assertion. M. de Jacobi fait observer cependant que les dépôts de nickel réussissent beaucoup mieux lorsqu'on emploie une anode de nickel fondu bien pur, que si l'on entretient la saturation du bain par l'addition de sulfates doubles de nickel solubles. Le nickelage employé en Russie, il y a plusieurs années, pour remplacer l'aciérage des planches gravées de cuivre, a été abandonné simplement parce que la couche de nickel ne peut pas être détachée aussi facilement que la couche d'acier, dans le cas où la planche vient à être endommagée.

Une Lettre de *M. Klein* rappelle que le procédé adopté pour obtenir ces dépôts, à l'Imprimerie impériale des papiers d'État, à Saint-Pétersbourg, était le procédé indiqué autrefois par M. Becquerel, dans les *Comptes rendus*, et consistant dans l'emploi d'un sel double de nickel et d'ammoniaque. Il avait été modifié simplement par l'introduction d'une anode de nickel, ce que M. Klein ne considère pas comme constituant une modification importante du procédé lui-même. Enfin, non-seulement on n'a jamais été obligé de prendre aucune précaution spéciale pour éviter la présence de traces d'alcalis dans le bain, mais l'expérience a montré que l'on peut obtenir des dépôts réguliers dans des bains contenant des quantités considérables de sulfates de potasse et de soude. C'est M. Klein qui a préparé la plaque de nickel, obtenue dans un bain de sulfate double de nickel et de magnésie, qui est adressée par M. de Jacobi.

M. Bouilhet ajoute qu'il a lui-même entrepris, avec M. Ehrmann, dans le laboratoire de MM. Christofle et C[ie], une série d'expériences sur les dépôts de nickel, dont ils espèrent pouvoir bientôt faire connaître les résultats à l'Académie.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Sur le choix de l'unité angulaire.* Note de **M. J. Houël**, présentée par M. d'Abbadie.

« Les études que j'ai poursuivies sans relâche, pendant plus de douze ans, sur la construction des Tables numériques et sur leur emploi dans les calculs de Mécanique céleste, serviront peut-être d'excuse à mon intervention dans le débat qui vient de s'élever devant l'Académie entre MM. d'Abbadie, Yvon Villarceau et R. Wolf, au sujet du choix de l'unité angulaire que l'on doit soumettre à la division décimale.

» La question se présente sous deux faces, suivant qu'on la considère au point de vue des calculs d'Astronomie pratique, appliqués immédiatement aux données de l'observation, ou à celui des Mathématiques pures, en y comprenant tous les calculs auxiliaires qui relient les résultats observés aux lois théoriques.

» Je ne me trouve pas assez compétent en Astronomie pratique pour me croire en mesure de contester les assertions de deux astronomes aussi expérimentés que MM. Wolf et Villarceau. Je ferai seulement remarquer que, dans les calculs de réduction des observations, par exemple, grâce aux procédés abrégés et aux Tables qu'on peut employer, on n'a guère besoin de Tables trigonométriques très-étendues, et que chaque astronome peut, en quelques heures, construire pour son usage personnel des Tables à 3 ou à 4 décimales, appropriées à ses habitudes et à ses méthodes préférées.

» Mais, lors même que les nécessités de l'Astronomie pratique exigeraient davantage, je ne vois aucune raison pour ne pas construire des Tables *spéciales* à l'usage des astronomes, comme on en a construit à l'usage des marins, et pour imposer aux autres branches de Mathématiques appliquées un système dont les inconvénients ne me semblent pas douteux. On a dressé ainsi des Tables sexagésimales procédant par secondes de temps, et rien n'empêcherait de faire des Tables décimales analogues. Au pis-aller, les astronomes continueraient à convertir le temps en arc, et réciproquement, au moyen de multiplications et de divisions par 4, qui offriraient bien moins de difficultés dans le système décimal que dans l'ancien système.

» Je passe au second point de vue, sur lequel je crois avoir pu me former une opinion motivée, et qui correspond aux branches des Mathématiques appliquées dans lesquelles on trouve à exécuter les plus longues séries de calculs à l'aide des Tables les plus étendues. Ici je n'hésite pas à énoncer une conviction pleinement d'accord avec celle de M. d'Abbadie, savoir : que, pour tout ce qui concerne la Mécanique céleste, la Géodésie, la Topo-

graphie, la Physique et les déterminations numériques que l'on rencontre dans l'étude des Mathématiques pures, le quadrant est l'unité *naturelle*, indiqué de la manière la plus claire par l'examen des procédés pratiques, aussi bien que par les diverses théories du Calcul intégral qui conduisent aux transcendantes circulaires et à celles qui leur sont analogues (1).

» M. Yvon Villarceau a fait ressortir, avec juste raison, l'analogie qui existe, comme on sait, entre les fractions de l'unité angulaire et la partie décimale d'un logarithme. Pour trouver le logarithme d'un nombre donné, on commence par faire abstraction de sa partie entière ou *caractéristique*. Il faut donc, pour que l'analogie soit complète, que lorsqu'on cherche une fonction d'un angle donné, on puisse, à simple vue, faire abstraction de la *caractéristique* de l'angle et ne s'occuper que de sa partie décimale.

» C'est précisément ce que l'on fait dans la pratique. Seulement cette caractéristique est représentée, dans la division sexagésimale, par les multiples de 90; elle le serait, dans le système de MM. Wolf et Villarceau, par les multiples de 0,25, ce qui ne rendrait par les soustractions plus faciles. Dans le vrai système naturel, la caractéristique est un des nombres 0, 1, 2, 3, et la recherche à faire dans la Table ne porte que sur la partie décimale, *prise telle qu'elle est*.

» A la vérité, la soustraction d'un nombre tel que 25, 50 ou 75 ne constitue pas une opération bien pénible. Cependant, comme Gauss en a fait plusieurs fois la remarque, lorsqu'il s'agit d'une longue suite de calculs, toute opération, si simple qu'elle soit, devient un embarras et une cause de fatigue et d'erreurs, dès qu'elle doit être répétée des centaines de fois.

» Il vaut donc mieux supprimer entièrement ces opérations auxiliaires. Dès lors la marche à suivre pour trouver un sinus, par exemple, devient analogue de tout point à la recherche d'un logarithme ordinaire. Dans la division décimale du quadrant, la caractéristique, suivant qu'elle est paire ou impaire, indique si c'est un sinus ou un cosinus qu'il faut chercher dans la Table, et sa valeur fait voir en même temps le signe qu'il faut attribuer à cette fonction. Le reste s'achève en ne tenant compte que de la partie décimale. L'expérience montre d'ailleurs combien cette simplification est utile pour la révision des calculs, en supprimant presque entièrement une

(1) Ainsi Jacobi, celui peut-être de tous les géomètres qui a le plus excellé dans le choix des notations, s'est bien gardé d'exprimer les périodes des fonctions elliptiques autrement qu'en *quadrants* elliptiques.

des principales sources d'erreurs dans les calculs trigonométriques : la confusion entre les divers quadrants du cercle.

» La chose est tellement vraie, que, même dans l'usage des Tables sexagésimales, j'ai toujours trouvé un grand avantage à ne compter les degrés que jusqu'à 90, en mettant à part le nombre des quadrants, comme autrefois on mettait celui des *signes*, et j'ai reconnu que cette complication apparente augmentait notablement la sûreté et la promptitude du calcul.

» Il reste à parler des facilités que chacune des divisions proposées offre pour la construction de Tables trigonométriques d'un usage commode. Dans le système sexagésimal, on divise le quadrant en 5400, en 32400 ou en 324000 parties, suivant que la Table doit procéder par minutes, par dizaines de secondes ou par secondes. La pratique nous enseigne que, si la division en 5400 parties est commode pour les Tables à 5 décimales, la division par 32400 correspond à des différences tabulaires trop fortes avec 7 décimales, tandis que la division par 324000 grossit démesurément le volume des Tables. Si l'on prend pour unité le cercle entier, les divisions du quadrant en 2500 et en 25000 parties donneraient des intervalles trop considérables pour les Tables à 5 et 7 figures, tandis que la division en 250000 parties aurait le même inconvénient que celle en secondes. Au contraire, en expérimentant même sur les Tables si défectueuses qu'on a construites jusqu'ici d'après la division décimale du quadrant, on voit clairement que les divisions en 10000 et en 100000 parties sont celles qui conviennent le mieux pour les Tables à 6 et 7 décimales.

» Enfin la division fondée sur l'adoption du cercle comme unité nécessiterait un nouveau calcul des Tables trigonométriques, tandis que le travail existe tout fait pour la division décimale du quadrant. Le Recueil des grandes Tables du cadastre, dont la Bibliothèque de l'Institut possède un exemplaire, est resté jusqu'à ce jour complétement inutile, tandis que l'on en pourrait tirer, par de simples copies, une série de Tables trigonométriques à 6, à 7 et même à 8 décimales comme semblent en réclamer aujourd'hui les besoins de la Géodésie.

» En résumé, l'adoption de la division décimale du cercle entier ne donnerait qu'une satisfaction incomplète aux désirs des géomètres qui s'occupent de calculs de longue haleine, exigeant une grande précision. Elle bouleverserait les habitudes acquises bien plus que ne le ferait la division directe du quadrant. Elle forcerait à recommencer tout le calcul des fonctions circulaires, laissant inutile le gigantesque monument que la France

avait élevé à la science du calcul, et par ces difficultés accumulées ajournerait indéfiniment la réalisation d'une réforme, qui peut s'opérer immédiatement et dans de bien meilleures conditions. »

« M. Yvon Villarceau maintient que la division décimale de la circonférence est préférable à celle de l'angle droit : il ne reproduit pas les motifs exposés dans sa Communication faite dans la séance du 13 juin; il se borne à les rappeler. Une seule objection lui paraît avoir été présentée par M. d'Abbadie : « Il faudrait se résoudre à calculer de nouvelles Tables trigonométriques. » Est-il nécessaire de faire remarquer que le calcul se réduirait à une simple interpolation des Tables existantes? D'ailleurs, la stéréotypie ne dispense pas de refaire à nouveau la composition des Tables trigonométriques; puisque les types s'usent encore assez rapidement.

» L'objection à laquelle il est fait allusion ne sera certainement pas reproduite, quand les astronomes et les géomètres auront résolu de réformer le système de numération en usage pour les angles et le temps. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur la dernière éclipse de Soleil observée aux États-Unis; par* **M. J.-N. Lockyer.**

« J'ai reçu, grâce à l'obligeance de MM. les professeurs Winlock, Morton et Newton, des photographies et des comptes rendus inédits des observations de la dernière éclipse totale de Soleil en Amérique. Je m'empresse de profiter de la discussion engagée sur ce sujet, pour soumettre au plus tôt à l'Académie quelques remarques qui s'y rattachent.

» Les points suivants sont ceux que j'espérais voir particulièrement décidés par cette éclipse :

» 1° Est-il possible d'établir une distinction entre la chromosphère et la *corona*?

» 2° Quel est le témoignage positif de la photographie, sur la structure de la base de la chromosphère, par rapport aux photographies agrandies de l'éclipse de 1860, par M. W. de la Rue?

» 3° Quelle est la mesure de l'action de l'illumination de notre atmosphère pour oblitérer le spectre de la chromosphère?

» 4° Existe-t-il, au-dessus des proéminences, de l'hydrogène plus froid?

» 5° Le spectroscope peut-il déterminer la nature de la corona pendant les éclipses?

» Quant à la première question, les preuves sont concluantes. La chromosphère, ayant un *rayonnement*, comme l'appelle le Dr Gould (le bord du rayonnement ressemble étonnamment au bord de la chromosphère, sur les points observés par la fente ouverte), ne peut se confondre avec la corona. Le Dr B.-A. Gould écrit, à ce sujet, dans une Lettre au professeur Morton :

« En examinant les belles photographies exécutées à Burlington et Ottumwa, par les détachements de votre expédition, sous la direction des professeurs Mayer et Ataines, et en les comparant avec mes esquisses de la corona, je suis arrivé à la conviction que le rayonnement autour de la Lune, dans les images prises pendant la totalité, n'est point la corona, mais représente, en réalité, ce que M. Lockyer a nommé la *chromosphère*.

» Ce fait intéressant est indiqué par bien des considérations. Les directions du maximum de rayonnement ne coïncident point avec celles des grands rayons de la corona. Elles restent constantes, tandis que ces dernières sont variables. Il y a un diamètre correspondant approximativement à l'axe solaire, vers les extrémités duquel le rayonnement dans les photographies est minimum, tandis que les rayons de la corona, dans la même direction, étaient particulièrement marqués pendant une grande partie de l'obscurcissement total. Les rayons de la corona n'avaient aucune relation apparente avec les protubérances, tandis que l'auréole dans les photographies est surtout prononcée dans leur voisinage immédiat. En effet, la grande protubérance de 230 à 245 degrés paraît avoir formé la limite sud du rayonnement du côté occidental, tandis qu'une limite nord bien marquée se montre, dans toutes les photographies, vers 350 degrés : l'espace intermédiaire étant semé de protubérances serrées, que la Lune laissait voir vers la fin de la totalité. Les belles masses de lumière floconneuse, sur le contour suivant, se trouvent des deux côtés de la curieuse proéminence à 93 degrés, qui ressemblait d'abord, comme vous l'avez dit, à un épi de blé, mais qui, dans les images suivantes, lorsque l'occultation croissante en avait fait mieux ressortir la branche sud, a été comparée par quelques observateurs aux deux cornes d'une antilope. Tout ce que les photographies montraient de cette auréole a été occulté ou rendu visible par le mouvement lunaire, précisément comme les protubérances. Les changements de forme de la corona, au contraire, ne paraissent pas dépendre le moins du monde du mouvement de la Lune. Les curieuses et élégantes traces de structure, dans les agrégations spéciales de lumière du côté oriental, peuvent être d'une grande valeur, pour nous amener à une connaissance plus complète de la chromosphère. Elles sont visibles dans toutes les photographies de votre expédition que j'ai vues, mais particulièrement marquées dans les plus rapides, comme la première prise à Ottumwa. On peut en découvrir, mais de moins distinctes, de l'autre côté du Soleil dans des vues plus récentes; cependant le contour irrégulier et dentelé de la chromosphère, tel qu'il a été décrit par M. Jansen et par M. Lockyer, s'y montre d'une manière parfaite. »

» Le second point est aussi traité dans la même Lettre. Je crois que les photographies américaines prouvent que certaines apparences, dans celles de M. de la Rue, qui représentent la chromosphère comme ondulée par le bas, proviennent en réalité d'une certaine action à la surface de la Lune

ou d'une atmosphère lunaire raréfiée, de sorte qu'il ne faut pas les confondre avec d'autres effets, dus à la suspension possible de la chromosphère dans une atmosphère transparente, dans le cas où l'on n'aurait dans la photographie qu'une section de la chromosphère.

» Le Dr Gould écrit :

« Vous observerez que quelques-uns des plus brillants flocons de lumière, en forme de pétales, ont produit des dentations apparentes dans le contour de la Lune, à leur base, comme celles qui sont à la base des protubérances. Ces dentations proviennent d'une réflexion spéculaire à la surface de la Lune, ainsi que je l'ai énoncé le mois dernier à l'Association américaine, à Salem. Tous les doutes que j'aurais pu avoir à ce sujet auraient été écartés par l'examen des photographies.

» Là où la chromosphère est d'une clarté si uniforme que l'effet actinique sur le cliché est à peu près égal, la base de la chromosphère dans les photographies américaines est parfaitement continue, mais dans quelques grandes proéminences, particulièrement celles de + 146 (Young) et — 130 (Young), il y a de fortes dentations apparentes sur le contour de la Lune. »

» Je passe à l'effet oblitérant de l'illumination de notre atmosphère sur le spectre de la chromosphère. Il est considérable. Par le fait, les preuves en sont plus fortes que je ne l'eusse désiré, quoiqu'elles ne dépassent pas mes anticipations. Le professeur Winlock, dans une Lettre qu'il m'écrit, s'exprime ainsi à ce sujet :

« J'ai examiné les principales protubérances avant, pendant et après la totalité. J'ai vu trois lignes (C près de D et F) avant et après la totalité, et onze pendant la totalité; huit lignes s'éteignirent instantanément dès la première apparition de la lumière solaire. Cet effet a été observé avec deux prismes de flint et un objectif de sept pouces d'ouverture. »

» Le professeur Young, avec cinq prismes de 45 degrés et 4 pouces d'ouverture, a obtenu les mêmes résultats dans la partie du spectre qu'il examinait à la fin de la totalité; il écrit :

« Je venais de terminer le mesurage de 2,602 lorsque la totalité finit. Cette ligne disparut instantanément, mais 2,796 (la ligne de l'hydrogène près de G) mit une minute à reprendre sa faible clarté ordinaire. »

» Ces observations sont, à mon avis, de la plus haute importance. Elles montrent d'une manière irréfragable que, comme je l'ai dit dans mon Rapport au Comité de l'allocation du Gouvernement, la nouvelle méthode, pour se trouver dans les meilleures conditions, doit se pratiquer avec des instruments à grande ouverture et à grande dispersion.

» Nous n'avons, sur le quatrième point, qu'un témoignage négatif, et, par conséquent, favorable à l'opinion que j'ai exprimée il y a quelque temps à la Société Royale.

» Passant à la question de la corona, question rendue plus difficile que jamais, mais seulement en apparence, à ce que je crois, par les observations américaines, je me propose de discuter seulement les observations spectroscopiques des professeurs Young et Pickering, en les rapprochant des remarques précitées du Dr Gould.

» Je m'occuperai, en premier lieu, du spectre continu, déduit des observations du professeur Pickering.

» Je pense qu'avec une pareille méthode d'observation, lors même que la corona serait terrestre et donnerait un spectre de lignes obscures, les lignes visibles avec un si faible éclat seraient oblitérées, en grande partie, par les lignes brillantes correspondantes provenant du long arc de la chromosphère visible, pour ne pas parler des saillies (ou proéminences) dans lesquelles il serait étrange que C, D, E, *b*, F et bien d'autres lignes ne fussent pas renversées. Cette suggestion est corroborée, ce me semble, par le fait que deux lignes brillantes ont été vues près de C et près de E. Ne vaudrait-il pas mieux lire (puisque le mot *près* montre qu'il ne s'agit que d'approximation) C et F, précisément ce qu'on pouvait attendre? Mais ce n'est pas là tout ce qu'on peut hasarder au sujet du spectre continu qui a été vu par le professeur Young dans des conditions différentes.

» En admettant que la corona ne soit, en partie du moins, comme je l'ai affirmé, qu'un effet atmosphérique, il me semble que son spectre devrait être continu, ou à peu près; car ne provient-il pas autant de la lumière des saillies (proéminences) que de celle de la photosphère, lumières qu'on peut considérer, en gros, comme complémentaires l'une de l'autre?

» Quant à la théorie de l'aurora, je conclus de la lettre du professeur Young que, s'il ne l'a déjà retirée, il attend impatiemment les faits nouveaux que donnera la prochaine éclipse. Elle me paraît condamnée, par le fait que je trouve la ligne 1474 tantôt visible, tantôt invisible; en effet, dans l'hypothèse proposée, elle devrait être toujours visible.

» L'observation de la vapeur de fer, comme je dois l'admettre à cette élévation, est de la plus haute valeur, en regard de son spectre simple, vu pendant une éclipse, en ce qu'elle confirme complétement les observations que j'ai faites à un niveau plus bas, non-seulement pour le fer, mais encore pour le magnésium. »

GÉOMÉTRIE. — *Corollaire au théorème de M. Crofton.* Note de M. R. Hoppe, présentée par M. Serret.

« Dans les *Comptes rendus* (t. LXV, p. 994), on trouve le théorème suivant, ingénieusement déduit au moyen de simples conclusions de probabilités, par M. Crofton.

» *Soit un contour convexe, de forme quelconque, dont la longueur totale est* L, *et qui renferme un espace* Ω; *si l'on appelle* ϑ *l'angle des deux tangentes menées d'un point extérieur* (x, y) *à ce contour, on aura l'intégrale*

$$\iint (\vartheta - \sin\vartheta)\, dx\, dy = \tfrac{1}{2} L^2 - \pi\Omega,$$

pour toute la surface du plan extérieure au contour.

» Plus tard, M. Serret a donné (*Annales de l'École Normale*, t. VI, p. 177) une démonstration de ce théorème, en effectuant l'intégration et la sommation qu'il faut suivre relativement à un polygone, d'où résulte une conclusion facile à sa validité générale. On peut cependant observer que le procédé de M. Serret met au jour *trois résultats* en même temps. Car l'expression de l'intégrale étendue sur l'aire, qui appartient à deux points fixes de contact, se compose de trois parties, dont la première est la somme de *polygones*, la seconde la somme de *secteurs circulaires*, et la troisième la somme de *produits d'un logarithme et d'un polygone*. Or on sait que ces trois formes sont irréductibles l'une à l'autre, en sorte qu'aucun terme de l'une des formes ne peut être composé de termes des autres. Par conséquent, la somme de tous les polygones est $= \frac{1}{2} L^2$, la somme de tous les secteurs $= -\pi\Omega$, et le reste $= 0$. En repassant du système de lignes droites à une courbe continue, on parvient à trois formules séparées, semblables à celle de M. Crofton.

» En effet, soient α, β, ϑ les angles d'un triangle ABC $= \Delta = \Delta'$ ayant deux points fixes A, B, et soit r le côté opposé à ϑ; on trouve, par un calcul direct,

$$\int (\vartheta - \sin\vartheta)\, d\Delta = t + u + v,$$

$$(1) \qquad t = \frac{r^2}{2}\left[1 + \cos(\alpha - \beta) - \cos\alpha - \cos\beta\right],$$

$$(2) \qquad u = \frac{r^2}{2\sin\vartheta}\left[\pi \sin\alpha \sin\beta - (\alpha \sin^2\beta + \beta \sin^2\alpha)\cos\vartheta\right],$$

$$(3) \qquad v = r^2\left[\sin^2\alpha \log\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\cos\frac{1}{2}\vartheta} + \sin^2\beta \log\frac{\sin\frac{1}{2}\beta}{\cos\frac{1}{2}\vartheta}\right],$$

où l'on engendre le triangle Δ en faisant croître les angles à la base α et β depuis zéro jusqu'à leurs valeurs finales, de manière que

$$\frac{d^2\Delta}{d\alpha\, d\beta}\, d\alpha\, d\beta = r^2 \frac{\sin\alpha \sin\beta}{\sin^3 \vartheta}\, d\alpha\, d\beta$$

représente généralement un élément du plan.

» Maintenant si A, B sont deux sommets d'un polygone, α, α', β, β' les angles que la diagonale AB forme, du même côté, avec les côtés adjacents, le lieu de tous les points dont les rayons sont tangents au polygone en A et B est le quadrangle

$$q = \Delta_\beta^\alpha - \Delta_{\beta'}^\alpha - \Delta_\beta^{\alpha'} + \Delta_{\beta'}^{\alpha'} = \int_\alpha^{\alpha'} \int_\beta^{\beta'} \frac{d^2\Delta}{d\alpha\, d\beta}\, d\alpha\, d\beta.$$

» Soit $p = p_\beta^\alpha$ une fonction quelconque de α, β, et

$$p' = m \frac{d^2 p}{d\alpha\, d\beta}, \quad m \frac{d^2\Delta}{d\alpha\, d\beta} = r^2;$$

on aura de même

$$(p) = \int p'\, dq = p_\beta^\alpha - p_{\beta'}^\alpha - p_\beta^{\alpha'} + p_{\beta'}^{\alpha'} = r^2 \int_\alpha^{\alpha'} \int_\beta^{\beta'} \frac{d^2 p}{d\alpha\, d\beta}\, d\alpha\, d\beta.$$

» Substituons à p successivement t, u, v; (p) sera remplacé par trois expressions (t), (u), (v), qui ont encore respectivement les formes de t, u, v. Enfin, prenons la somme des valeurs analogues relatives à toutes paires de sommets mises à la place de A, B. D'après le théorème de M. Crofton, appliqué au polygone, la somme totale sera

$$= \tfrac{1}{2} L^2 - \pi\Omega.$$

Mais cette équation ne saurait pas subsister, à moins que les trois équations

$$\tfrac{1}{2} L^2 = \Sigma(t), \quad -\pi\Omega = \Sigma(u), \quad 0 = \Sigma(v)$$

soient séparément remplies.

» Lorsque le contour du polygone se transforme en la courbe limite, l'aire q se réduit à l'élément de l'espace extérieur dN, $\int p'\, dq$ à $p'\, dN$, et $\Sigma(p)$ à $\int p'\, dN$. Donc, en particulier, on a

$$\tfrac{1}{2} L^2 = \int t'\, dN, \quad -\pi\Omega = \int u'\, dN, \quad 0 = \int v'\, dN,$$

où t', u', v' sont les valeurs de p' pour $p = t, u, v$. En différentiant les équa-

tions (1, 2, 3), on trouve

$$t' = m\frac{d^2t}{d\alpha\,d\beta} = \sin^3\vartheta - \tfrac{1}{2}m\cos\vartheta,$$

$$u' = m\frac{d^2u}{d\alpha\,d\beta} = \vartheta - \sin\vartheta\cos\vartheta(1 + 2\sin^2\vartheta) + \tfrac{1}{2}m\cos 2\vartheta,$$

$$v' = m\frac{d^2v}{d\alpha\,d\beta} = \sin\vartheta(1 - \cos\vartheta)(\cos\vartheta - 2\sin^2\vartheta) + \tfrac{1}{2}m(\cos\vartheta - \cos 2\vartheta),$$

où l'on a, comme précédemment,

$$m = \frac{\sin^3\vartheta}{\sin\alpha\sin\beta}.$$

» Donc les formules suivantes sont des conséquences du théorème de M. Crofton :

$$\tfrac{1}{2}L^2 = T - K, \quad -\pi\Omega = U + H, \quad 0 = V + K - H,$$

où il a été posé

$$T = \int \sin^3\vartheta\, dN,$$
$$U = \int [\vartheta - \sin\vartheta\cos\vartheta(1 + 2\sin^2\vartheta)]\, dN,$$
$$V = \int \sin\vartheta(1 - \cos\vartheta)(\cos\vartheta - 2\sin^2\vartheta)\, dN,$$
$$K = \tfrac{1}{2}\int m\cos\vartheta\, dN, \quad H = \tfrac{1}{2}\int m\cos 2\vartheta\, dN.$$

» Les deux dernières intégrales peuvent être transformées comme il suit. Lorsqu'on les restreint aux limites du quadrangle q, on trouve les valeurs suivantes des parties correspondantes :

$$\frac{1}{2}\int \cos\vartheta\, dq = -\frac{r^2}{2}\int_\alpha^{\alpha'}\int_\beta^{\beta'} \cos(\alpha + \beta)\, d\alpha\, d\beta$$

$$= -2r^2 \sin\frac{\alpha' - \alpha}{2}\sin\frac{\beta' - \beta}{2}\cos\frac{\alpha + \alpha' + \beta + \beta'}{2},$$

$$\frac{1}{2}\int \cos 2\vartheta\, dq = \frac{r^2}{2}\int_\alpha^{\alpha'}\int_\beta^{\beta'} \cos 2(\alpha + \beta)\, d\alpha\, d\beta$$

$$= \frac{r^2}{2}\sin(\alpha' - \alpha)\sin(\beta' - \beta)\cos(\alpha + \alpha' + \beta + \beta').$$

» Soient τ, τ_1, φ les angles formés par AC, CB, AB avec un axe quelconque, où la direction positive est fixée par le cours du contour, on aura

$$\alpha = \tau - \varphi, \quad \beta = \varphi - \tau_1.$$

» Lorsque les faces du polygone deviennent infiniment petites, $\alpha' - \alpha$,

$\beta - \beta'$ se réduisent à $d\tau$, $d\tau_1$, et les deux intégrales que nous venons d'évaluer représentent les éléments des intégrales cherchées, c'est-à-dire

$$dK = \frac{r^2}{2} d\tau\, d\tau_1 \cos(\tau - \tau_1),$$
$$dH = -\frac{r^2}{2} d\tau\, d\tau_1 \cos 2(\tau - \tau_1).$$

» Or, pendant que τ et τ_1 parcourent en direction contraire l'intervalle entre 0 et 2π, le point d'intersection des deux tangentes décrit deux fois l'espace extérieur total. Donc on a

$$K = -\frac{1}{4}\int_0^{2\pi} d\tau \int_0^{2\pi} d\tau_1 . r^2 \cos(\tau - \tau_1),$$
$$H = -\frac{1}{4}\int_0^{2\pi} d\tau \int_0^{2\pi} d\tau_1 . r^2 \cos 2(\tau - \tau_1),$$

formules également applicables aux polygones comme aux aires entourées par des courbes, avec la seule différence que, dans le polygone, r ne varie jamais d'une manière continue avec τ ou τ_1, l'une de ses extrémités sautant brusquement d'un sommet au sommet voisin.

» Quant au mode de démonstration dont j'ai fait usage ici, je me contente d'avoir donné un exemple de sa fécondité, qui peut-être ajoutera un peu d'intérêt à la démonstration de sa justesse; il ne conviendrait pas de traiter d'un sujet aussi général dans cette application particulière. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles propriétés de la fonction potentielle.* Note de **M. F. Lucas**, présentée par M. Delaunay.

« La fonction à laquelle on a donné le nom de *Potentiel* et dont la conception première est attribuée à l'illustre Laplace, a acquis, dans ces dernières années, une grande importance dans les théories de physique mathématique. Mais il ne me paraît pas qu'elle se soit encore introduite dans l'étude des mouvements infinitésimaux (notamment des mouvements *quasi-vibratoires*) des systèmes de centres d'action.

» En poursuivant mes études sur la *Mécanique des atomes*, j'ai découvert certaines propriétés du potentiel qui attribuent à cette fonction un rôle considérable dans les phénomènes dynamiques dont je viens de parler.

» Le but de cette Note est d'exposer l'analyse sommaire des résultats auxquels je suis arrivé. Mon travail *in extenso* est actuellement sous presse,

pour paraître dans les prochaines livraisons du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* de M. Liouville.

» Soit un système atomique dans lequel s'exercent des actions à distance absolument quelconques. Rapportant la figure à trois axes rectangulaires, nous désignerons par

$$X_m, Y_m, Z_m$$

les coordonnées de l'atome m, de masse g_m, et par Φ_m le potentiel relatif à cet atome.

» Les équations

$$(1)\quad \begin{cases} U_m = \dfrac{d\Phi_m}{dX_m}, \\ V_m = \dfrac{d\Phi_m}{dY_m}, \\ W_m = \dfrac{d\Phi_m}{dZ_m} \end{cases}$$

font connaître les trois projections de l'action totale exercée en m par les autres points du système. Il suffit d'appliquer en m une force extérieure égale et contraire à cette action totale pour obtenir l'équilibre de l'atome.

» Cela posé, supposons qu'à un instant quelconque, origine du temps t, on écarte infiniment peu chaque atome de sa position d'équilibre, qu'on lui imprime ensuite une vitesse quelconque et qu'on l'abandonne à lui-même. Un phénomène de mouvement prendra naissance, et l'on peut trouver les lois qui le régissent, tant que les rayons vecteurs qui joignent les mobiles à leurs positions primitives restent infiniment petits relativement aux distances atomiques.

» Désignons par

$$(2)\quad P = \Phi_1 + \Phi_2 + \ldots + \Phi_N$$

la *somme des potentiels* relatifs aux N atomes du système.

» Soit R_m la distance de l'atome m à un point quelconque I de l'espace, et désignons par

$$(3)\quad M = g_1 R_1 + g_2 R_2 + \ldots + g_N R_N$$

le moment d'inertie polaire du système atomique relativement au point I.

» Formons ensuite la fonction

$$(4)\quad Q_s = \tfrac{1}{2}(P + sM),$$

s désignant une inconnue.

» Cette fonction dépend évidemment de toutes les coordonnées

$$X_1, X_2, \ldots, X_N, \quad Y_1, Y_2, \ldots, Y_N, \quad Z_1, Z_2, \ldots, Z_N.$$

» Formons son *Hessien* relativement à ces variables et désignons-les par le symbole D_s.

» L'équation en s

$$D_s = 0, \tag{5}$$

du degré 3N, *a toutes ses racines réelles*.

» *Trois* de ces racines sont *nulles*. Les autres se divisent en μ racines positives s et ν racines négatives σ, en sorte que

$$\mu + \nu = 3(N - 1). \tag{6}$$

» Si nous désignons par (x_m, y_m, z_m) les trois projections du rayon vecteur infinitésimal mené de la position primitive de l'atome m à celle qu'il occupe au temps t, le mouvement de cet atome sera représenté par les équations finies

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} x_m &= ht + h' + \Sigma_\mu (h_m \sin t\sqrt{s} + h'_m \cos t\sqrt{s}) \\ &\qquad + \Sigma_\nu (H_m e^{t\sqrt{-\sigma}} + H'_m e^{-t\sqrt{-\sigma}}), \\ y_m &= kt + k' + \Sigma_\mu (k_m \sin t\sqrt{s} + k'_m \cos t\sqrt{s}) \\ &\qquad + \Sigma_\nu (K_m e^{t\sqrt{-\sigma}} + K'_m e^{-t\sqrt{-\sigma}}), \\ z_m &= lt + l' + \Sigma_\mu (l_m \sin t\sqrt{s} + l'_m \cos t\sqrt{s}) \\ &\qquad + \Sigma_\nu (L_m e^{t\sqrt{-\sigma}} + L'_m e^{-t\sqrt{-\sigma}}). \end{aligned} \right.$$

Σ_μ désigne la somme de μ binômes trigonométriques correspondant aux racines positives s, tandis que Σ_ν désigne la somme de ν binômes exponentiels correspondant aux racines négatives σ.

» Les coefficients (h, k, l) et (h', k', l'), qui appartiennent aux binômes linéaires, sont les mêmes pour tous les atomes. Les premiers sont les trois projections de la vitesse acquise au temps zéro par le centre de gravité du système atomique, en vertu des impulsions initiales; les derniers sont les trois projections du déplacement initial de ce même centre de gravité.

» Les coefficients (h_m, k_m, l_m) et (h'_m, k'_m, l'_m), appartenant aux binômes trigonométriques relatifs à une racine positive s, varient d'un point à un autre, et sont par conséquent au nombre de 6N; mais ils sont liés entre eux par des équations linéaires que nous allons définir.

» A cet effet, regardons (h'_n, k'_n, l'_n) comme représentant les variations infinitésimales des coordonnées de l'atome quelconque n, et désignons par

$$\delta\frac{dQ_s}{dX_m}, \quad \delta\frac{dQ_s}{dY_m}, \quad \delta\frac{dQ_s}{dZ_m}$$

les variations totales correspondantes des trois dérivées de la fonction Q_s relativement aux coordonnées de l'atome m que nous considérons en particulier. Nous poserons

$$(8) \quad \left\{ \begin{array}{l} \delta\frac{dQ_s}{dX_m} = 0, \\ \delta\frac{dQ_s}{dY_m} = 0, \\ \delta\frac{dQ_s}{dZ_m} = 0. \end{array} \right.$$

» Écrivant des équations analogues pour chaque atome, nous obtiendrons un système de 3N équations linéaires et homogènes entre les (h'_n, k'_n, l'_n). Le *résultant* de ce système est égal à D_s, et par conséquent s'annule en vertu de l'équation (5). On peut donc *prendre arbitrairement un des paramètres* (h_m, k_m, l_m), *et calculer tous les autres.*

» Il en est de même des coefficients h'_m, k'_m, l'_m; de même des H_m, K_m, L_m; de même enfin des H'_m, K'_m, L'_m.

» Les $[3N(N-1)+6]$ coefficients qui entrent dans le système des équations (7) des mouvements atomiques se réduisent donc, en dernière analyse, à 6N arbitraires.

» Ceux-ci peuvent se déterminer d'après les conditions initiales du mouvement, savoir : les projections des déplacements et des vitesses au temps zéro pour tous les points du système atomique. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE : BALISTIQUE. — *Détermination de l'épaisseur du blindage en fer que peut traverser un projectile dont on connaît le poids, le calibre et la vitesse d'arrivée;* par **M. Martin de Brettes.**

« La discussion des relations qui existent entre ces éléments dans les expériences de tir, où les projectiles sont restés dans la muraille de bois après avoir percé les plaques de blindage, m'a conduit à la formule suivante :

$$(1) \quad E^2 + \alpha E = \frac{PV^2}{20 g \pi R^2}.$$

» P est le poids, en kilogrammes, du projectile;

» R le rayon, en décimètres, du projectile;

» V la vitesse d'arrivée du projectile;

» E l'épaisseur, en centimètres, de la plaque de fer;

» g l'accélération de la chute des corps;

» π le rapport de la circonférence au diamètre;

» α un coefficient déterminé par l'expérience.

» La valeur moyenne de α, pour les projectiles en usage, dont les parties antérieures sont ogivales, est 1100.

» De sorte que la formule (1), après réductions faites, devient

$$E^2 + 1100E = 0,001631 \frac{PV^2}{R^2}. \tag{2}$$

» Cette formule donne des résultats qui diffèrent très-peu de ceux de l'expérience, comme le montre le tableau suivant :

CANON.	PROJECTILE.		DISTANCE du but.	VITESSE		ÉPAISSEUR de la plaque traversée.		OBSERVATIONS.
Diamètre.	Diamètre.	Poids.		Initiale.	d'arrivée.	Théorie.	Expérience.	
mm 149,1	mm 146	kg 35	m 150	m 408,8	m 405	c 15,14	c 15,24	(1) Resté dans le bois.
209,2	204,2	99	940	327,9	304,5	12,69	12,70	(1) Id.
209,2	204,2	100	470	420	400	22,48	22,86	(1) Id.
209,2	204,2	87	470	450	430	21,86	22,86	(1) Resté en partie engagé dans la plaque
209,2	204,2	100	150	338	335	16,70	15,24	(1) Resté dans le bois.
209,2	204,2	100	150	328	325	14,45	15,24	(1) Id.
235,4	230	152,5	940	347	315,5	15,56	15,24	(1) Id.
235,4	230	161,3	470	"	330,7	19,38	20,30	(1) Id.
235,4	230	153	470	392	372	21,25	22,86	(1) Resté en partie engagé dans la plaque
235,4	230	125	470	431	410	22,02	22,86	(1) Resté dans le bois.
279,4	274	225	436,7	364,5	351,5	21,37	22,86	(2) Resté dans la plaque percée.
164,7	162	45	"	355	345	11,30	"	(3) Ne perce pas 12 cent.
194,0	191,5	78,5	"	344	344	14,70	"	(3) Ne traverse pas 15 c.
274,1	271,9	216	"	360	360	21,97	22,00	(3)
177,8	175	58	63	"	368	14,90	15,00	(4)
828,6	225	112	63	"	404	20,14	20,36	(4)

(1) Expériences faites au polygone de Tégot, près Berlin, en 1868.
(2) Expériences faites au polygone de Wolkow, près Saint-Pétersbourg, en 1869.
(3) *Annales maritimes et coloniales*, 1868.
(4) *Mecanick Magazine*, 1868.

» La comparaison des résultats de la théorie et de la pratique montre

que l'on peut employer la formule (2) pour calculer l'épaisseur de la plaque de blindage que peut traverser un projectile donné, et dont la vitesse d'arrivée au but est connue, lorsque ses proportions et sa ténacité sont telles, qu'il ne se brise pas pendant le travail mécanique qu'il accomplit.

» La formule précédente permet de résoudre, avec une grande facilité et une approximation pratiquement utile, les questions importantes qui suivent :

» 1° *Déterminer la vitesse d'arrivée d'un projectile donné, pour qu'il traverse une plaque de blindage d'une épaisseur donnée.*

» *Exemple.* — Si $P = 100^{kg}$, $R = 1^{d},021$, $E = 22^{c},0$.

» La formule (2) donne $V = 394^{m}$.

» On voit, dans le tableau précédent, que ce projectile, avec la vitesse de 400 mètres, traverse une plaque de $22^{c},86$.

» 2° *Déterminer un projectile capable de percer une plaque de blindage d'une épaisseur donnée, lorsque sa vitesse d'arrivée est connue.*

» La formule (2) donne seulement le rapport $\frac{P}{R^2}$; de sorte que le problème est indéterminé, ou susceptible d'un nombre indéfini de solutions.

» *Exemple I.* — Si $E = 20^{c},0$, $V = 345^{m}$.

» Le rapport $\frac{P}{R^2} = 1,160$ [formule (2)].

» Si l'on prend $R = 1^{d},35$, on a

$$\frac{P}{R^2} = \frac{P}{(1,35)^2} = 1,16, \quad \text{d'où} \quad P = 211^{kg},35.$$

» L'expérience montre que le projectile du même diamètre, pesant 216 kilogrammes et animé de la vitesse 344 mètres, traverse la plaque de 20 centimètres.

» *Exemple II.* — Si $E = 20^{c},0$, $V = 335^{m}$.

» Le rapport $\frac{P}{R^2} = 1,2258$ [formule (2)].

» Si l'on prend $P = 160^{kg}$, on a

$$R = \sqrt{\frac{160}{1,2258}}, \quad \text{d'où} \quad R = 1^{d},142.$$

» On voit, dans le tableau précédent, que le projectile, dont le poids est $161^{kg},3$, le rayon $1^{d},175$ et la vitesse d'arrivée $330^{m},7$, perce la plaque de $20^{c},30$ d'épaisseur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le sens des courants induits à l'aide des décharges électriques; par* **M. J. Chautard.**

« Parmi les expériences qu'il est facile de réaliser avec la machine de Holtz et les tubes cloisonnés du même physicien, il en est une très-belle et très-frappante, qui permet de montrer le sens des courants induits par les décharges électriques. On emploie, à cet effet, les spirales de Matteucci : l'une est mise en rapport avec la machine de Holtz, munie de ses condensateurs, par l'intermédiaire d'un excitateur qui permet de régler la longueur de l'étincelle; l'autre spirale voisine est reliée au tube de Holtz. Selon le degré de tension de la décharge, on voit l'illumination des tubes accouplés se produire, soit dans l'un, soit dans l'autre, ce qui montre bien (fait du reste connu déjà, mais qui n'était pas facile à prouver dans les cours) que le sens du courant induit par l'étincelle d'une bouteille de Leyde varie avec les dimensions et la charge de l'appareil. Au moment où le changement de sens du courant induit se manifeste, les deux tubes sont sillonnés simultanément par une lueur, qui s'accroît ou s'affaiblit d'un côté ou de l'autre, selon que l'un des courants est supérieur ou inférieur à son congénère.

» Cette expérience peut être réalisée avec les courants induits de second et de troisième ordre; le sens du circuit dans les tubes est modifié, soit par la tension de la décharge primitive, soit par la distance des plateaux. Je n'ai pas poursuivi au delà du troisième ordre, mais il est probable que rien ne s'opposerait à la manifestation des mêmes résultats pour les courants d'ordres supérieurs.

» Ces expériences sont susceptibles d'une foule de modifications, qui seront analysées avec soin dans un Mémoire plus complet sur cette question. »

PHYSIQUE. — *Réclamation de priorité au sujet de la méthode calorimétrique employée par* M. Jamin, *et attribuée ensuite à* M. Pfaundler. Lettre de **M. C.-K. Akin** à M. le Président.

« C'est à tort que M. Regnault a réclamé, au nom et en faveur de M. Pfaundler, la priorité de la méthode calorimétrique décrite par M. Jamin dans les *Comptes rendus* (t. LXX, p. 657). La méthode en question, qu'on peut appeler celle du *chauffage électrique*, a été indiquée pour la première fois dans une Note publiée en mai 1865, au *Philosophical Maga-*

zine (v. XXVII, p. 341), et intitulée : « *On a New Method for the direct determination of the specific heat of gases under constant volume.* » Cette Note contient la description d'un procédé et d'un appareil spécial, pouvant servir à la détermination des chaleurs spécifiques des gaz; le courant électrique sert de source calorifique, et les formules, aussi bien que les corrections qu'on doit employer, sont assez amplement développées. Les autres applications qu'on peut faire de la méthode, à des corps non gazéiformes, sont mentionnées en passant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode générale de préparation des combinaisons organiques chlorobromées; par* **M. L. Henry.**

« Dans sa séance du 6 mai dernier, M. Friedel a entretenu la Société Chimique de Paris des recherches qu'il a entreprises, en collaboration avec M. Silva, sur la production des chlorobromures des hydrocarbures bi-atomiques; je viens de lire le compte rendu sommaire de cette séance dans le dernier numéro du *Bulletin de la Société Chimique de Berlin* (paru le 23 mai) (1). Cette publication me décide à faire connaître, dès à présent, le résultat des recherches que, dans le cours des études que je poursuis depuis l'an dernier sur les dérivés éthérés des alcools et des acides polyatomiques, j'avais entrepris de mon côté sur la production des combinaisons organiques *chlorobromées*.

» On sait avec quelle facilité les *composés non saturés* se combinent en général avec le *chlorure d'iode*, ICl; M. Simpson, qui a introduit ce réactif dans la Chimie organique, a décrit, entre autres combinaisons chloro-iodées, le *chloro-iodure d'éthylène*, $(C^2H^4)ICl$, et le *chloro-iodure de propylène*, $(C^3H^6)ICl$ (2); j'ai moi-même fait connaître récemment divers composés résultant de l'addition du chlorure d'iode aux *combinaisons allyliques* (3); on sait, d'un autre côté, que le brome, de même que le chlore, quoique avec moins d'énergie, expulse l'iode de ses combinaisons avec les radicaux positifs en général, les métaux et les radicaux alcooliques; il m'a paru qu'il y avait, dans la combinaison de ces deux faits, le principe d'une méthode, facile et expéditive, de préparation des dérivés chlorobromés.

» L'expérience a pleinement répondu à mon attente. Je n'ai eu l'occa-

---

(1) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, t. III, n° 9, p. 505.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXV, p. 101; t. CXXVII, p. 372.

(3) *Comptes rendus*, 18 avril 1870.

sion jusqu'ici d'opérer qu'avec le *chloro-iodure d'éthylène*, $(C^2H^4)ICl$, et la *chloro-iodhydrine allylique*, $(C^3H^5)(HO)ICl$.

» Le brome réagit vivement et déjà à froid sur le *chloro-iodure d'éthylène*; il suffit de le verser dans le chloro-iodure; le liquide s'échauffe considérablement et brunit fortement à la suite de la mise en liberté de l'iode. J'ai d'abord employé le brome dans la proportion de 1 atome pour une molécule de chloro-iodure d'éthylène, d'après l'équation



$$(C^2H^4)ICl + Br = (C^2H^4)ClBr + I.$$

» L'expérience m'a bientôt appris que ces proportions théoriques ne sont pas, au point de vue du rendement en chlorobromure, les plus avantageuses; avec de telles quantités, la réaction n'est guère complète; le produit est un mélange de chlorobromure, $(C^2H^4)ClBr$, bouillant vers 108 degrés, et de chloro-iodure $(C^2H^4)ClI$ non altéré, bouillant vers 145 degrés; aussi le liquide bout-il en majeure partie entre 110 et 130 degrés, et la température s'élève-t-elle à la fin de la distillation au delà de 140 degrés.

» Le brome et l'iode diffèrent beaucoup moins l'un de l'autre, quant à l'énergie de leurs affinités, que le chlore et l'iode; aussi ne font-ils que se partager le groupement $[(C^2H^4)Cl]$; il se produit ici, à mon sens, un phénomène analogue à celui que l'on constate lors de la décomposition des sels par les acides ou par les bases, dans le partage des bases entre deux acides peu différents en énergie, ou des acides entre des bases de force à peu près égale, ou, pour ne pas sortir de la Chimie organique, un phénomène analogue à celui de l'éthérification partielle des acides organiques par les alcools, fait si remarquable qu'ont fait reconnaître les recherches, si importantes au point de vue de la statique chimique, de MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles (1). C'est là, me paraît-il, plutôt que dans la formation d'un bromure d'iode, qu'il faut chercher la raison pour laquelle cette réaction demeure incomplète, alors que l'on n'emploie que la quantité de brome théoriquement nécessaire: si le chlore et l'iode se combinent vivement, il n'en est pas de même, en effet, du brome et de l'iode.

» Sous l'action d'un grand excès de brome, environ deux ou trois fois la quantité théoriquement nécessaire, l'iode est totalement expulsé du chloroiodure d'éthylène; le mélange des deux liquides suivant ces proportions s'échauffe considérablement, et va même jusqu'à entrer en ébullition; il

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 474.

est à remarquer que, malgré l'intensité de ce dégagement de chaleur et l'énergie de la réaction, il ne se dégage pas d'acide bromhydrique.

» Après le refroidissement, le liquide est soumis au traitement ordinaire: élimination du brome en excès et de l'iode mis en liberté par la soude caustique, lavage à l'eau et dessiccation sur le chlorure de calcium. Le produit se compose de chlorobromure d'éthylène $(C^2H^4)ClBr$, presque exclusivement; à la suite de quelques rectifications, on obtient aisément ce corps à l'état de pureté absolue.

» On devine déjà que le *chlorobromure d'éthylène* $(C^2H^4)ClBr$ est analogue, par ses propriétés, au chlorure $(C^2H^4)Cl^2$ et au bromure d'éthylène $(C^2H^4)Br^2$, ou mieux, intermédiaire entre ces deux corps.

» Il constitue un liquide mobile, limpide, incolore, d'une odeur suave, agréable; il est neutre aux papiers réactifs, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, etc.; peu combustible; sa vapeur brûle, comme celle des combinaisons analogues, avec une flamme fuligineuse, bordée de vert; sa densité à 18 degrés est égale à 1,700; il bout sous la pression ordinaire à 107-108 degrés (entre 106 et 110 degrés). C'est précisément la moyenne entre la densité et la volatilité du chlorure et du bromure d'éthylène :

	Densité.		Volatilité.
$(C^2H^4)Cl^2$	1,247	à 18°	84°,9
$(C^2H^4)Br^2$	2,1629	à 20°	132°,6
	3,4099		217°,5
Moyenne	1,7049		180°,7

» Chauffé avec une solution alcoolique de potasse caustique, il dégage du gaz éthylène chloré, C^2H^3Cl.

» L'analyse de ce produit m'a fourni les résultats suivants :

» 1° $0^{gr},5090$ de substance ont fourni $1^{gr},1760$ de chlorure et de bromure d'argent;

» 2° $0^{gr},5288$ du même produit ont fourni $1^{gr},2226$ de chlorure et de bromure d'argent. Ce qui correspond aux nombres suivants :

$(C^2H^4)ClBr$.	Calculé.			Trouvé. I.	Trouvé. II.
C^2	28,0		16,72	»	»
H^4	4,0		2,78	»	»
Cl	35,5	115,5	80,48	80,49	80,54
Br	80,0				
	143,5				

» Il n'y a nul doute que le chlorobromure d'éthylène ainsi préparé soit le même que celui que l'on obtiendrait en faisant réagir le pentachlorure de phosphore $PhCl^5$, sur le glycol monobromhydrique $(C^2H^4)Br(HO)$, ou le pentabromure $PhBr^5$, sur le glycol monochlorhydrique $(C^2H^4)Cl(HO)$. N'ayant pas eu jusqu'ici ces éthers des glycols à ma disposition, j'ai dû ajourner à plus tard cette vérification.

» Il n'est pas douteux non plus que le même corps doive s'obtenir également par la réaction du chloro-iodure d'éthylène sur le chlorure mercurique, $HgCl^2$, ou, plus facilement peut-être, sur le bromure cuivrique $CuBr^2$, combinaisons que M. Oppenheim (1) vient d'introduire dans la Chimie organique et dont l'emploi paraît devoir être fort avantageux.

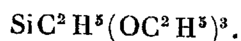
» Le brome réagit sur la *chloro-iodhydrine allylique*, $(C^3H^5)(HO)ClI$, avec la même énergie et de la même manière que sur le chloro-iodure d'éthylène; il en résulte de la *chlorobromhydrine allylique*, $(C^3H^5)(HO)ClBr$, bouillant vers 195 degrés, douée de propriétés identiques à celles que possède la *chlorobromhydrine glycérique*.

» Je me propose de soumettre à l'action du brome d'autres combinaisons chloro-iodées, en vue de généraliser la méthode que je viens d'exposer.

» Les combinaisons *chloro-iodées* me paraissent devoir être intéressantes, sous d'autres points de vue encore que celui de la production des composés *chlorobromés*. Je me réserve de continuer cette étude; j'aurai l'honneur de faire connaître prochainement à l'Académie le résultat des recherches qui se poursuivent dans mon laboratoire sur ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide silicopropionique.* Note de **MM. C. Friedel** et **A. Ladenburg**, présentée par M. Wurtz (2).

« Nous avons eu l'honneur de présenter, il y a quelque de temps (3) à l'Académie, une Note dans laquelle nous décrivions la préparation et les propriétés d'un corps auquel nous avons donné le nom d'*éther silicopropionique tribasique*, et dont le poids moléculaire répond à la formule



$$SiC^2H^5(OC^2H^5)^3.$$

Ce corps prend naissance dans l'action simultanée du zinc-éthyle et du

(1) *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschafft*, t. III, n° 9, p. 442.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

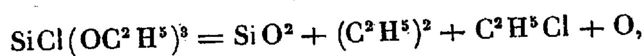
(3) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 816.

sodium sur la monochlorhydrine éthylsilicique $SiCl(OC^2H^5)^3$. Il nous a paru présenter un intérêt particulier, parce que, renfermant quatre fois le radical éthyle, il le contient sous une forme et avec des fonctions différentes. C'est ce que faisait prévoir le mode de génération de ce composé, et c'est ce que démontrent ses réactions.

» L'action d'une solution concentrée de potasse ne met pas en liberté, à l'état de silice, le silicium qu'il renferme. Il se forme, au contraire, un produit qui renferme, outre le silicium et l'oxygène, du carbone et de l'hydrogène, et dont les analyses ont donné des nombres se rapprochant de ceux exigés par la formule $SiC^2H^5O^2H$. Ce corps n'avait toutefois pas pu être obtenu sans mélange d'une petite proportion de silice. C'est maintenant seulement, après bien des essais infructueux, que nous sommes parvenus à l'isoler dans un état de pureté complète.

» Pour y réussir, nous avons été obligés de préparer une quantité assez considérable d'éther silicopropionique tribasique; nous avons eu ainsi l'occasion de faire diverses observations sur les propriétés de ce corps, observations que nous demandons à l'Académie la permission de lui faire connaître.

» Nous avons indiqué antérieurement que la réaction du zinc-éthyle sur la monochlorhydrine, en présence du sodium, n'a lieu qu'à l'aide d'une douce chaleur, et qu'il se dégage du chlorure d'éthyle et d'autres gaz combustibles non chlorés. Nous ajouterons que le résidu de la distillation renferme du zinc, du chlorure de sodium et de la silice, ce qui permet, pensons-nous, de conclure qu'une partie de la chlorhydrine employée se décompose suivant l'équation

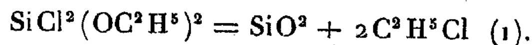


$$SiCl(OC^2H^5)^3 = SiO^2 + (C^2H^5)^2 + C^2H^5Cl + O,$$

tandis que l'oxygène devenu libre oxyde une partie du sodium ou du zinc-éthyle.

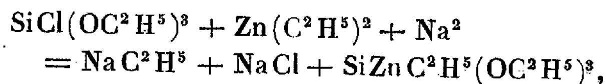
» Ce qui parle en faveur de cette supposition, c'est d'abord le rendement de l'opération, qui n'est que de 36 pour 100 en $SiC^2H^5(OC^2H^5)^3$ de la chlorhydrine employée; ensuite la décomposition analogue qu'éprouve la dichlorhydrine silicique par l'action du zinc-éthyle, décomposition que nous avons étudiée. La réaction se produit, dans ce cas, après qu'on a chauffé le mélange à l'ébullition; elle est très-vive. Il se dégage une grande quantité de chlorure d'éthyle, et la masse restante se prend, après quelques instants, en une gelée de silice, imbibée de zinc-éthyle. La présence du sodium ne modifie pas la réaction, de telle sorte que la décomposition peut

s'exprimer par la relation

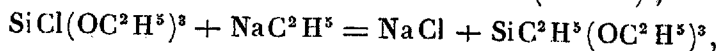


$$SiCl^2(OC^2H^5)^2 = SiO^2 + 2C^2H^5Cl$$ (1).

» Une autre portion de la monochlorhydrine éprouve probablement les transformations exprimées par les équations

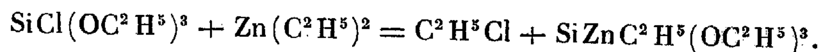


$$SiCl(OC^2H^5)^3 + Zn(C^2H^5)^2 + Na^2 = NaC^2H^5 + NaCl + SiZnC^2H^5(OC^2H^5)^3,$$



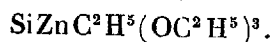
$$SiCl(OC^2H^5)^3 + NaC^2H^5 = NaCl + SiC^2H^5(OC^2H^5)^3,$$

et peut-être, en même temps,



$$SiCl(OC^2H^5)^3 + Zn(C^2H^5)^2 = C^2H^5Cl + SiZnC^2H^5(OC^2H^5)^3.$$

» Ces équations s'appuient sur les quantités relatives des corps qui entrent en réaction : 2 molécules de monochlorhydrine, pour 2 atomes de sodium et pour 1 molécule de zinc-éthyle; puis sur la formation d'un corps qui renferme du zinc, et dont la formule est probablement



$$SiZnC^2H^5(OC^2H^5)^3.$$

Nous n'avons pas pu l'isoler, mais son existence est rendue très-probable par un fait constant : c'est que le produit de la réaction laisse déposer du zinc pendant les trois ou quatre premières distillations, et qu'en même temps le point d'ébullition, allant d'abord jusqu'à 200 degrés, descend peu à peu jusqu'à 165 ou 170 degrés.

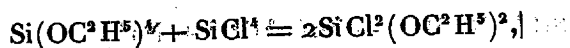
» Nous n'avons pas d'addition importante à faire à ce que nous avons dit antérieurement des propriétés de l'éther silicopropionique. Toutefois, nous avons trouvé que le point d'ébullition, pour lequel nous avions indiqué 159-162 degrés, s'est arrêté, après un grand nombre de distillations à 158°,5.

» Nous avons décrit antérieurement l'action qu'exerce sur lui la potasse. En répétant cette expérience, nous avons obtenu exactement les mêmes résultats. Quelque bien purifié que fût l'éther, il nous a toujours fourni un produit dans lequel l'analyse indiquait une proportion de silicium plus grande, et une proportion de carbone moindre que celle répondant à la formule $SiC^2H^5O^2H$.

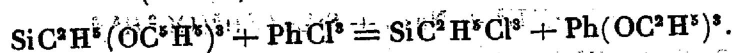
(1) Cette réaction tend aussi à prouver que la petite quantité du corps $Si(C^2H^5)^2(OC^2H^5)^2$, dont nous avons observé la formation par la réaction du zinc-éthyle sur la monochlorhydrine, ne provient pas d'un mélange de dichlorhydrine, mais, ainsi que nous l'avions supposé, d'une réduction de l'éther silicopropionique tribasique.

» Ceci nous a conduits à tenter d'enlever à l'éther $SiC^2H^5(OC^2H^5)^3$ les groupes oxéthyles à l'aide d'autres moyens.

» Le premier réactif dont nous nous sommes servis est le trichlorure de phosphore. Nous espérions réaliser une décomposition analogue à celle qui se produit par l'action du chlorure de silicium sur l'éther silicique :



$$Si(OC^2H^5)^4 + SiCl^4 = 2SiCl^2(OC^2H^5)^2,$$



$$SiC^2H^5(OC^2H^5)^3 + PhCl^3 = SiC^2H^5Cl^3 + Ph(OC^2H^5)^3.$$

» Lorsque la température à laquelle on fait réagir les deux corps n'est pas trop élevée, il paraît se produire une réaction de ce genre. Le mélange ayant été chauffé à 150 degrés, presque tout le produit passe à la distillation entre 110 et 150 degrés, ce qui prouve qu'il y a eu réaction. Seulement, il est impossible de séparer un produit ayant un point d'ébullition constant. Si l'on traite le mélange par l'eau, il se dissout en partie, avec formation d'acide chlorhydrique, et laisse une masse blanche, ressemblant à la silice, mais combustible.

» Si l'on chauffe le mélange de protochlorure de phosphore et d'éther à 180 degrés et au-dessus, la réaction se passe d'une manière différente. Lorsqu'on ouvre le tube, il s'en dégage des torrents de chlorure d'éthyle, et il reste un corps solide jaune. Quand on expose celui-ci à l'air, il s'enflamme facilement, parce qu'il contient du phosphore libre. Après lavage au sulfure de carbone, il reste une substance jaune amorphe, qui contient encore du phosphore, mais qui n'est plus inflammable.

» Ce produit renferme non pas de l'acide phosphoreux, mais de l'acide phosphorique. Lorsqu'on chauffe au bain-marie le corps jaune avec de l'acide azotique étendu, on voit disparaître la coloration jaune, et de l'acide phosphorique entre en dissolution. Il reste un résidu blanc, qui renferme du silicium et du carbone. Celui-ci se dissout dans la potasse chaude, et peut être séparé par l'addition de HCl et par évaporation. Il présente les propriétés du corps obtenu en décomposant l'éther silicopropionique par la potasse. Une série d'analyses a montré que cet acide aussi est impur; nous y avons trouvé, d'une manière constante, 1 pour 100 de carbone en moins et 2 à 3 pour 100 de silicium en plus.

» Nous n'avons atteint le résultat cherché qu'en décomposant l'éther à l'aide du chlorure d'acétyle. MM. Friedel et Crafts ont trouvé que le chlorure d'acétyle agit sur l'éther silicique suivant l'équation



$$C^2H^3OCl + Si(OC^2H^5)^4 = SiCl(OC^2H^5)^3 + C^2H^3O.OC^2H^5.$$

» La décomposition de l'éther silicopropionique se fait d'une manière analogue en vase clos à 180 degrés. Lorsqu'on distille, on obtient un liquide bouillant entre 65 et 130 degrés, qu'on ne peut pas séparer par distillation fractionnée en des produits infinis. Néanmoins, il est permis d'affirmer que l'on a affaire à un mélange d'éther acétique et d'un corps $SiC^2H^5Cl^3$, renfermant en outre de très-faibles proportions d'éther silicopropionique.

» Il est en effet facile d'isoler du mélange l'éther acétique, en traitant la fraction ayant passé de 65 à 80 degrés par l'eau, desséchant sur le chlorure de calcium et distillant. Le point d'ébullition et l'odeur sont ceux de l'éther acétique.

» Nous n'avons, il est vrai, pas réussi à séparer $SiC^2H^5Cl^3$ à l'état de pureté, mais la présence de ce corps est mise hors de doute par la nature du produit de décomposition de l'eau. Si l'on traite par l'eau la partie recueillie de 90 à 110 degrés, qui fume à l'air et possède une odeur rappelant celle du chlorure de silicium, on la voit se décomposer avec un vif dégagement de chaleur, avec production d'acide chlorhydrique et formation d'un corps blanc gélatineux : ce dernier est un hydrate de l'acide silicopropionique.

» Séché à 100 degrés, il constitue une poudre blanche amorphe, dont les analyses conduisent exactement à la formule $SiC^2H^5O^2H$.

» L'acide silicopropionique ressemble beaucoup à l'acide silicique; mais il s'en distingue facilement par sa combustibilité. Quand on le chauffe, il brûle comme l'amadou, en dégageant des gaz combustibles; il reste une masse grise, qui ne devient pas entièrement blanche, même après calcination dans un courant d'oxygène. L'acide ne se dissout pas dans l'eau, mais bien dans la potasse concentrée chaude. Il n'est pas précipité de cette solution par HCl, mais seulement par l'addition de AzH^4Cl, comme l'acide silicique, et le résidu qu'on trouve après évaporation à sec est l'acide silicopropionique avec ses propriétés primitives. Les solutions alcalines sont partiellement précipitées par CO^2; une autre partie de l'acide peut être obtenue par évaporation avec AzH^4Cl.

» Quoique les propriétés du corps en question ne nous aient pas encore permis de préparer de sels à l'état de pureté, nous pensons qu'on ne peut pas douter que ce soit un acide faible analogue à l'acide silicique. Cela suffirait déjà pour donner de l'intérêt à son étude; c'est en effet le premier acide silicique carboné.

» D'après sa formule, il contient le groupe $(SiO^2H)'$, que l'on pourrait

appeler *silicoxyle*, par analogie avec le carbonyle $(CO^2H)'$ qui caractérise la fonction acide dans les composés carbonés. Il constitue un terme d'une série d'acides homologues, dont plusieurs pourront sans doute être obtenus par des procédés semblables à ceux qui l'ont fourni. »

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL, après avoir analysé le Mémoire de MM. Friedel et Ladenburg, ne croit pas avoir besoin d'en signaler l'importance, il fait remarquer, cependant, combien il serait facile de confondre une silice contenant des quantités plus ou moins notables du nouvel acide ou de l'un de ses homologues avec la silice pure.

On trouve si souvent, dans la nature, des matières siliceuses renfermant des traces plus ou moins sensibles de matière organique, qu'il ne serait pas surprenant que, de même qu'on avait confondu parfois des ammoniaques composées naturelles avec l'ammoniaque ordinaire, on eût considéré quelquefois aussi comme silice ordinaire des silices composées.

CHIMIE. — *Observations sur le Mémoire de* M. Friedel; *par* M. P. THENARD.

« A propos de la Communication de M. Friedel, M. Dumas a raison de soupçonner qu'il doit exister dans le sol des corps organo-silicés.

» J'ai repris l'étude des acides du genre humique, et bien que le travail ne soit pas achevé, je puis cependant dire que, par leur intermédiaire, je suis parvenu à dissoudre et à faire entrer dans la composition des nouveaux corps de grandes quantités de silice.

» L'action, il est vrai, n'est pas directe : il faut d'abord fixer de l'ammoniaque aux éléments humiques et les combiner non pas à l'état de sel, mais bien à l'état intime comme dans l'éthylamine et autres alcalis de la même sorte.

» Cette combinaison ou plutôt ces combinaisons, car je crois en avoir reconnu quatre dérivant du même type humique, s'obtiennent d'ailleurs avec une facilité relative.

» Ce sont des acides et non plus des alcalis, comme la glucylamine et la glucydiamine, que j'ai obtenues dans le temps avec le sucre et l'ammoniaque; mais, comme elles, leur fixité est des plus remarquables, puisqu'il en est qui ne livrent complétement leur azote qu'à une température comprise entre 1000 à 1200 degrés. L'une de leurs propriétés est de se combiner avec la silice, et de former ainsi de nouveaux acides entièrement et

instantanément solubles dans des dissolutions de potasse, de soude et d'ammoniaque, aussi faibles que l'on veut, et de former ainsi des sels, d'où, par les procédés ordinaires, on régénère dans toute leur intégrité les acides silico-azhumiques qui entrent dans leur composition.

» Sans vouloir être trop explicite sur ce sujet délicat et insuffisamment approfondi, je dirai cependant que la quantité de silice qui entre dans la composition des nouveaux acides pourrait bien être proportionnelle à l'azote qui préexiste dans les acides azhumiques employés pour la dissoudre: ainsi l'acide le moins azoté n'en a révélé que 7,5 pour 100, tandis que celui qui l'est le plus en a donné jusqu'à 24 pour 100.

» Mais ce qui, mieux que ces chiffres très-hasardés, montre l'importance de l'intervention de l'azote pour la fixation de la silice, c'est qu'en me plaçant dans des conditions pour le moins aussi favorables, je n'ai pu combiner, avec des acides simplement humiques, que 0,8 pour 100 de silice, et encore ne suis-je pas bien sûr de leur pureté.

» En dehors de toute fumure, le sol contient des acides du genre humique; mais, pour ne pas dire jamais, il est rare que ces acides ne soient pas entachés d'azote, et d'azote fixé comme dans les acides azhumiques.

» Tout porte donc à croire que les acides noirs du sol sont un mélange d'acides du genre humique et du genre azhumique (ici je laisse de côté les acides du genre fumique, qui ont une autre origine); mais une fois séparés de la terre par des procédés de laboratoire, ces acides, quoi qu'on fasse, révèlent toujours à l'analyse des proportions très-sensibles de silice. Dès lors il est permis de suspecter que, dans le sol, il se forme spontanément, et aux dépens des acides humiques, de l'ammoniaque des pluies, *de l'azote de l'air* et de la silice préexistante des acides du genre silico-azhumique, dont le rôle, dans l'acte de la végétation, doit avoir une haute importance.

» Déjà MM. Verdeil et Rislher ont signalé la présence de la silice dans les acides noirs du terreau, mais ils l'ont attribuée à la propriété qu'auraient certaines matières organiques non azotées, telles que le sucre, d'en dissoudre de petites proportions. Ici, comme on le voit, nous différons avec eux sur les causes de la dissolution. Nous insistons sur la fixation de l'azote comme élément composant, et surtout sur les proportions de silice engagée; mais lors de la publication *in extenso* de nos travaux, nous reviendrons sur ces divergences, et nous n'oublierons pas que nous parlerons de deux hommes de mérite dont l'un mourut notre ami, et l'autre l'est encore.

» En terminant, je ferai observer que je ne confonds pas les combinai-

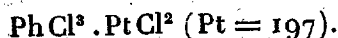
sons organo-*silicatées* avec les combinaisons organiques de M. Friedel, dans lesquelles le silicium joue le rôle du charbon. Mais rien ne dit que les premières ne puissent, dans la nature, mener aux secondes : le silicium, qui se combine au platine quand, dans un creuset de ce métal, on calcine des terres arables très-riches, n'a peut-être pas une autre origine.

» Aussi, quand un de nos illustres Secrétaires perpétuels appelle l'attention des chimistes sur les corps organo-silicés que peut renfermer le sol, ne fait-il que donner une nouvelle marque de la puissante et sûre intuition qui le distingue.

» Peut-être M. Friedel a-t-il eu la même pensée que lui, et nous craignons d'être la cause qu'il ne l'ait pas exprimée : il a en effet vu nos nouveaux corps, et chacun connaît sa haute délicatesse. »

CHIMIE. — *Note sur les composés phospho-platiniques;* *par* **M. P. Schützenberger.** (Extrait.)

« Dans une première Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences, j'ai signalé l'existence d'un composé de formule

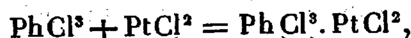


$$PhCl^3.PtCl^2\ (Pt = 197).$$

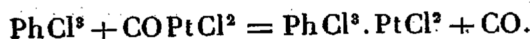
» Il prend naissance par l'action à chaud du perchlorure de phosphore sur l'éponge de platine, du protochlorure de phosphore sur le sous-chlorure de platine, du protochlorure de phosphore sur le chlorure de platosocarbonyle :



$$PhCl^5 + Pt = PhCl^3.PtCl^2,$$



$$PhCl^3 + PtCl^2 = PhCl^3.PtCl^2,$$



$$PhCl^3 + COPtCl^2 = PhCl^3.PtCl^2 + CO.$$

» D'après mes dernières recherches, ce corps peut servir de point de départ pour la synthèse régulière de deux séries très-nettes de combinaisons.

» ..... En résumé, j'ai obtenu par des réactions nettes les composés suivants, dont la formule est établie par analyses :

$PhCl^3PtCl^2$, chlorure de trichlorophosphoplatine;
$Ph(HO)^3PtCl^2$, acide phospho-chloroplatineux;
$Ph(AgO)^3PtCl^2$, phospho-chloroplatinite d'argent;
$Ph(C^2O^5O)^3PtCl^2$, chlorure de trioxéthyle phosphoplatine;
$Ph(C^2H^5O)^3PtO.H^2O$, hydrate d'oxyde de trioxéthyle phosphoplatine;
$Ph(C^2H^5O)^3PtO.Az^2O^5$, azotate de trioxéthyle phosphoplatine;
$Ph(C^2H^5O)^3PtH^4Az^2.2ClH$, chlorhydrate de trioxéthyle phosphoplatine diamine;

$Ph^2Cl^6PtCl^2$, chlorure de hexachloro-diphosphoplatine;
$Ph^2(HO)^6PtCl^2$, acide diphospho-chloroplatineux;
$Ph^2(AgO)^6PtCl^2$, diphospho-chloroplatinite d'argent;
$Ph^2(C^2H^5O)^6PtCl^2$, chlorure d'hexoxéthyle diphosphoplatine;
$Ph^2(C^2H^5O)^6PtH^4Az^2.2ClH$, chlorhydrate d'hexoxéthyle diphosphoplatine diamine;
$Ph^2(C^2H^5O)^3Cl^3PtCl^2$, chlorure de trichloro-trioxéthyle diphosphoplatine;
$Ph^2(C^2H^5O)^3(HO)^3PtCl^2$, acide diphospho-trioxéthyle chloroplatineux.

» Il est facile de voir que le nombre des combinaisons de ce genre pourra être augmenté facilement, les réactions génératrices étant aussi simples que celles qui président à la formation des sels métalliques.

» Les combinaisons du souschlorure de platine avec l'oxyde de carbone et le protochlorure de phosphore offrent une analogie frappante de constitution avec les bases ammonioplatiniques de Magnus et de Reiset : en effet, dans le sel de Magnus, $PtCl^2$ est combiné à Az^2H^6, et le composé
$Az^2H^6PtCl^2$ réagit sur Az^2H^6 pour donner..... $Az^2H^4.Az^2H^6Pt.2ClH$,
comme $C^2O^2PtCl^2$ donne, avec Az^2H^6....... $Az^2H^4.C^2O^2Pt.2ClH$,
et $Ph^2(C^2H^5O)^6PtCl^2$ donne, avec Az^2H^6, $Az^2H^4.Ph^2(C^2H^5O)^6Pt.2ClH$. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de restes organiques dans des roches considérées comme ayant une origine ignée.* Extrait d'une Lettre de **M. C. Montagna** à M. le Président.

« Quelques journaux scientifiques, avant d'étudier les faits que j'ai publiés dans les deux Mémoires : I. *Intorno all' esistenza di resti organizzati nelle rocce dette azoiche ed alla doppia origine del granito* (Torino, 1866); II. *Nouvelle théorie du métamorphisme des roches fondée sur les phénomènes de fossilisation des animaux et des plantes de tous les âges géologiques* (Naples, 1869), concluent *à priori* que, probablement, il s'agit de découvertes qui n'existent pas. Le journal *Das Ausland* (n° 50, 1869), par exemple, après avoir rapporté une critique de M. Bornemann sur les découvertes microscopiques de M. Jenzsch, conclut dans le même sens; et cela, en ignorant tous les faits exposés par moi, et sans prouver qu'aucune de mes explications soit fausse.

» Je ne vois pas en quoi l'objection de M. Bornemann est capable de prouver l'impossibilité des découvertes de M. Jenzsch, car, en excluant quelques inductions avancées par ce dernier, mon expérience sur les pétrifications et les minéralisations des restes organiques me donne l'assurance que les substitutions moléculaires peuvent bien les transformer plusieurs

fois, et même en matière cristalline dans un milieu cristallin ; et ceci soit dit, en passant, pour ne pas décourager M. Jenzsch dans ses recherches. Pour ce qui me concerne, la question doit être considérée sous un autre point de vue. Les formes organiques que j'ai étudiées ne sont pas microscopiques; elles se présentent quelquefois d'une façon si évidente, que même une personne peu habituée à ces recherches peut les reconnaître, car un psammite ou une argile des terrains dits houillers ne saurait en donner de plus beaux échantillons. Je pourrais dire d'ailleurs que quelques-uns des faits exposés par moi, depuis la publication de mon dernier Mémoire, ont été reconnus par M. Wolf, géologue autrichien, et par le géologue et botaniste M. de Tchihatcheff. Mais je me contente de déclarer que je possède chez moi, à Naples, plusieurs échantillons qui présentent les faits par moi découverts. Je les tiens à la disposition de quiconque me les demandera, en lui permettant même d'en prendre des images photographiques. »

BOTANIQUE. — *De la gémination des verticilles des axes floraux chez les Alismacées.* Note de **M. D. Clos.** (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'observation d'une particularité organique propre à la famille des Alismacées, et dont on n'a pas, je crois, signalé d'autre exemple dans le règne végétal : c'est le phénomène de *gémination des verticilles de pédoncules,* c'est-à-dire le rapprochement, soit sur un même plan horizontal, soit à une très-petite distance l'un de l'autre, de deux verticilles d'axes floraux d'une plante dont les autres verticilles sont séparés par de longs entre-nœuds.

» Bien que cette disposition soit générale dans le groupe naturel des Alismacées, elle s'y montre, dans chacun de ses genres, avec des modifications qui méritent un examen spécial. »

L'auteur étudie comparativement, à ce point de vue : 1° le genre *Alisma;* 2° le genre *Damasonium;* 3° le genre *Sagittaria.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de condensation électrique* (1). Note de **M. Neyreneuf.** (Extrait.)

« .... Un condensateur étant chargé, on réunit, pendant quelque temps, les deux plateaux par l'excitateur. Il semblerait, d'après les idées généralement reçues, que l'on ne doit plus trouver d'électricité sur l'appareil :

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1192.

cependant si l'on éloigne l'une des branches de l'excitateur, et qu'on rapproche vivement de cette branche la lame conductrice primitivement en contact avec elle, on obtient une étincelle assez forte; si l'on rapproche la lame conductrice de la lame isolante, et qu'on rapproche ensuite l'excitateur, il jaillit une petite étincelle, et ainsi de suite un assez grand nombre de fois.

» Le temps pendant lequel s'opère le contact semble avoir de l'influence sur la force de l'étincelle. »

M. J. **Gaube** écrit, pour rappeler qu'il a donné, en 1869, la démonstration du mode d'action de la créosote dans la fièvre typhoïde, de la diminution de la durée de la période fébrile, enfin qu'il a signalé les désordres causés sur les globules blancs du sang par cette maladie.

M. **Saintour** adresse, de Tournon, une Note relative à un appareil respirateur, destiné à combattre l'asphyxie.

M. **Delaurier** adresse une Note portant pour titre « Paradoxe apparent sur la production de l'électricité dynamique ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente, par l'organe de son doyen, M. **Andral**, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante dans son sein par suite du décès de *M. Lawrence* :

En première ligne	M. **Lebert**, à Breslaw.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique.	M. **Bowman**, à Londres. M. **Donders**, à Utrecht.
En troisième ligne, par ordre alphabétique.	M. **Bennet**, à Édimbourg. M. **Hannover**, à Copenhague. M. **Kolliker**, à Wursbourg. M. **Paget**, à Londres.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La Section d'Anatomie et de Zoologie, par l'organe de son doyen, M. **Milne Edwards**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante par suite du décès de *M. Carus* :

En première ligne : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg.

En seconde ligne, et par ordre alphabétique.....
- M. **Bischoff** (Th.-Ludv.-Wilh.), à Munich.
- M. **Darwin** (Ch.), à Down-Beckenham (Angleterre).
- M. **Huxley**, à Londres.
- M. **Hyrtl**, à Vienne.
- M. **Leuckart** (Rudolph), à Leipzick.
- M. **Lovén**, à Stockholm.
- M. **Steenstrup**, à Copenhague.
- M. **Vogt** (Ch.), à Genève.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Topographie médicale de Baréges. Le sol, le climat, les eaux ; par M. Armieux. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Recherches physiologiques et chimiques sur la nicotine et le tabac, précédées d'une introduction sur la méthode expérimentale et thérapeutique; par M. A. Blatin. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Le pendule et les planètes; par M. V. Oudart. Sedan, 1870; br. in-4° autographiée.

Description d'un Saurien nouveau de l'Afrique occidentale; par M. Barboza du Bocage. Lisbonne, 1870; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles*, n° 9.)

Reliquiæ Aquitanicæ. *Contributions pour servir à l'histoire de l'archéologie et de la paléontologie du Périgord et des provinces voisines du midi de la France; par* MM. E. Lartet *et* H. Cristy, liv. 8 à 10, février, avril, mai 1870, 3 liv. Londres, sans date; in-4° texte et planches.

On the... *Sur la réflexion de la lumière polarisée par des surfaces polies, transparentes et métalliques; par* M. S. HAUGHTON. Dublin, sans date; in-4°.

On the... *Sur les marées des mers arctiques; par* M. S. HAUGHTON, 1re partie : *Marées diurnes au port Léopold, North-Somerset.* Dublin, sans date; in-4°.

On the... *Sur les marées des mers arctiques; par* M. S. HAUGHTON, 3e partie: *Marées semi-diurnes à Frederiksdal, près du cap Farewell au Groenland.* Dublin, sans date; in-4°.

On... *Note sur de nouvelles applications du ferrocyanide de potasse dans les analyses chimiques; par* M. E.-W. DAVY. Dublin, 1861; opuscule in-8°.

On the... *De l'action des acides nitriques et nitreux sur les sulfocyanides; par* M. E.-W. DAVY. Dublin, 1870; opuscule in-8°.

On the... *Sur la présence de l'arsenic dans quelques engrais artificiels, et sur son absorption dans les plantes pour lesquelles cet engrais a été employé; par* M. E.-W. DAVY. Dublin, 1859; opuscule in-8°.

On... *Méthode simple et prompte pour le dosage de l'acide phosphorique et de ses composés, particulièrement approprié à l'analyse des engrais phosphatiques et des cendres des plantes; par* M. E.-W. DAVY. Dublin, 1860; opuscule in-8°.

On the... *Sur les effets nuisibles résultant de l'emploi des couleurs arsénicales dans les manufactures de papiers de tentures, de peintures, etc.; par* M. E.-W. DAVY. Dublin, 1861; opuscule in-8°.

On... *Sur le chanvre et la possibilité d'étendre sa culture en Irlande, avec des instructions sur la manière de diriger cette culture; par* M. E.-W. DAVY. Dublin, 1865; br. in-8°.

Sui... *Mémoire sur les progrès de la chirurgie conservatrice dans les blessures articulaires par armes à feu; par* M. le prof. Fr. CORTESE. Venise, 1869; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Di... *Histoire raisonnée d'une blessure de balle au cerveau, avec séjour du projectile pendant dix-neuf ans et demi; par* M. le prof. F. CORTESE. Venise, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Sunto... *Analyse et examen de l'ouvrage du Baron Hippolyte Larrey, intitulé :* Études sur la trépanation du crâne, etc.; *par* M. le prof. Fr. CORTESE. Venise, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Opinioni... *Opinions et expériences anciennes et modernes concernant la chaleur du rayonnement lunaire et aussi du rayonnement stellaire; par* M. le prof. VOLPICELLI. Rome, 1870; in-4°.

Di... *Mémoire sur un baromètre photographique et formules pour compenser*

automatiquement les effets de la température sur un baromètre quelconque; par M. le prof. VOLPICELLI. Rome, 1870; in-4°.

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI; t. II, décembre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Études théoriques et pratiques d'agronomie et de physiologie végétale; par M. Is. PIERRE, t. III : *Céréales*. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

Étude sur la zone à Avicula contorta, et l'infralias dans le sud et le sud-est de la France; par M. L. DIEULAFAIT. Paris, 1870; in-8°.

Annales des conducteurs des Ponts et Chaussées et des gardes-mines, t. XIII : *Table alphabétique des matières*. Paris, sans date; in-8°.

Examens de quelques points de la géologie de la France méridionale, etc.; par M. HÉBERT. Paris, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.)

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. XIII, 2e cahier. Paris, 1869; in-8°.

Hygiène publique : Empoisonnement des eaux potables par le plomb; par M. A. REINVILLIER. Paris, 1870; in-8°. (2 exemplaires.)

Sur quelques sommations et transformations de séries; par M. E. CATALAN. Rome, 1870; in-4°. (Extrait des *Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei*.)

Description d'une méthode nouvelle pour déterminer les capacités calorifiques des corps liquides; par M. E. WARTMANN. Genève, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*.)

Tableaux d'analyse chimique qualitative; par M. W. HAMPE, *traduits de l'allemand avec l'autorisation de l'auteur, par* M. Ch. BAYE. Paris, 1870; in-8° cartonné.

Névrotomie dans le tétanos traumatique; par M. LÉTIÉVANT. Lyon, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Conférence sur la théorie de la musique faite à la Faculté des Sciences de Bordeaux le 16 mars 1869; par M. A. BAUDRIMONT. Bordeaux, 1870; in-8°.

Pioggia... *Pluie et neige mêlées de diverses substances, tombées, dans la nuit*

du 13 *au* 14 *février* 1870, *dans la Ligurie, dans le Piémont et d'autres parties de l'Italie, avec les analyses qualitatives et quantitatives; par* M. le prof. ZANTEDESCHI. Venise, 1870; opuscule in-8°.

Nouvelle méthode de traitement du choléra-morbus; par M. G. BARRACANO. Naples, 1852; in-8°. (5 exemplaires.)

Osservazioni... *Observations sur le choléra-morbus; par* M. G. BARRACANO. Naples, 1853; in-8°.

Osservazioni... *Observations sur le choléra-morbus; par* M. G. BARRACANO. Naples, 1849; in-8°.

Versi... *Poésies de* F. MALFATTI *et* V. FORTI. Ancône, 1870; in-8°. (2 exemplaires.)

Psicografia.... *Psycographie; par* MM. WAHLTUCH (d'Odessa). Naples, 1870; in-8° avec figures.

Di... *Sur une habitation lacustre en Valcuvie; par* M. L. MAGGI. Milan, 1870; opuscule in-8°.

Sulla... *Sur la production des Amibes; par* M. L. MAGGI. Milan, 1870; opuscule in-8°.

Sull'... *Sur l'existence de l'homme à l'époque tertiaire; par* M. L. MAGGI. Milan, 1870; opuscule in-8°.

Ueber... *Sur une méthode facile, prompte et sûre de doser l'acide nitrique, et sur sa quantité dans les eaux potables de Bâle; par* M. F. GOPPELSROEDER. Leipzig, 1870; in-8°.

Verhandlungen... *Transactions de la Société des Médecins et Naturalistes d'Heidelberg,* t. V, 3e partie. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Ueber... *Sur la toison de l'espèce éteinte des Rhinocéros du Nord* (Rhinoceros tichorhinus); *par* M. J.-F. BRANDT. Br. in-8°.

Neue... *Nouvelles recherches sur les restes fossiles de mammifères dans l'Altaï. Essai pour servir à l'histoire de la faune quaternaire de la Russie; par* M. J.-F. BRANDT. Br. in-8°.

Ergänzungen... *Additions et corrections à l'histoire naturelle de la famille des Alcides; par* M. J.-F. BRANDT. Br. in-8°.

(Ces trois dernières brochures sont extraites du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.*)

Ueber... *Sur les restes fossiles de mammifères trouvés par* M. A. GOEBEL, *dans son voyage en Perse, près de la ville de Maragha, dans l'Aderbeidjan; par* M. J.-F. BRANDT. Riga, sans date; opuscule in-4°.

Verzeichniss... *Catalogue des publications faites par l'Observatoire royal astronomique de Munich durant les cinquante premières années de son existence, c'est-à-dire de* 1820 *à* 1869. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Annalen... *Annales de l'Observatoire royal de Munich*, t. XVII. Munich, 1869; in-8°.

Verzeichniss... *Catalogue de 4793 étoiles télescopiques entre les degrés 3 et 9 de déclinaison, qui ont été observées et réduites dans l'Observatoire de Munich depuis l'année* 1850. Munich, 1869; in-8°.

An... *Almanach pour l'année* 1870, *contenant un exposé des principaux phénomènes astronomiques et autres phénomènes, et aussi des renseignements relatifs au gouvernement, aux finances, à la population, etc.; par* M. J. WHITAKER. Londres, 1870; in-8° relié.

A report... *Rapport sur les excisions de la tête du fémur dans les blessures par armes à feu; par* M. le lieut.-col. G.-A. OTIS. Washington, 1869; in-4° relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Jornal... *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles, publié sous les auspices de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne*, t. I, novembre 1866 à décembre 1867; t. II, août 1868 à décembre 1869. Lisbonne, 1868-1870; 2 vol. in-8°.

Memorias... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, classe des Sciences mathématiques, physiques et naturelles*. Nouvelle série, t. IV, 1re partie. Lisbonne, 1867; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1870.

Annales de Chimie et de Physique; mai et juin 1870; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; nos 9 et 10, 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 9e, 10e et 11e livraisons, 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 4, 1870; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; avril 1870; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1870; in-8°.

Annales industrielles; nos 16 à 18, 1870; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos 175 à 178, 1870; in-8°.

Atti dell' Ateneo Veneto; 3e et 6e cahiers, 1870; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 150, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 31 mai et 15 juin 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1870; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; n°s 4 et 5; in-4°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; avril 1870; in-4°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 57 à 65, t. XXVI; feuilles 19 à 30, t. XXVII, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai 1870; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 4, 1870; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; janvier et février 1870; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 juin 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 23 à 26, 1870; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, du 14 février au 31 mars 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 3, 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 5, 1870; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 23 à 26, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 43 à 50, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 4, 11, 18, 25 juin 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 63 à 74, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 23 à 26, 1870; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 22 à 25, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; juin 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 94 et 95, 1870; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; avril 1870; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 29 et 30, 1870; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; avril 1870; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 mars 1870; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; avril 1870; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 16 et 17, 1870; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 8 à 10, 1870; in-fol.

Journal général de l'Instruction publique; n°s 22 à 24, 1870; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 13 à 15, 1870; in-4°.

L'Aéronaute; n°s 23 à 26, 1870; in-8°.

L'Art dentaire; mai 1870; in-8°.

L'Art médical; juin 1870; in-8°.

La Santé publique; n°s 72 à 75, 1870; in-4°.

Le Gaz; n° 5, 1870; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 6 et 7, 1870; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 23 à 26, 1870; in-4°.

Les Mondes; n^{os} des 2, 9, 16, 23, 30 juin 1870; in-8°.

L'Imprimerie; n° 77, 1870; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n°s 7 et 8, 1870; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de médecine; juin 1870; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1870; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; juin 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; 1 à 28 juin 1870; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; mai 1870; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; juin 1870; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; n°s 27 à 30, 1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 6, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 11 et 12, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 30 à 33, 1870; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juin 1870; in-8°.

The Academy; n° 9, 1870; in-4°.

The Food Journal; juin 1870; in-8°.

The Scientific Review; n° 6, 1870; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 20 juin 1870.)

Page 1328, ligne 16, *au lieu de* M. Darroux, *lisez* M. Darboux.

Page 1330, ligne 36, *au lieu de* Rege, *lisez* Reye.

» ligne 37, *au lieu de* Gœtingue, *lisez* Gœttingue.

Page 1331, ligne 29, *au lieu de* cercles, *lisez* courbes.

FIN DU TOME SOIXANTE-DIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1870.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXX.

A

Pages.

ACADÉMIE DES SCIENCES. — État de l'Académie au 1er janvier 1870 ... 5
— M. *Coste* est élu Vice-Président pour l'année 1870 ... 13
— M. *Claude Bernard*, Président sortant, rend compte à l'Académie de l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et des changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant l'année 1869 ... 14
ACÉTYLÈNE. — Action de l'acétylène sur l'anhydride mixte acétohypochloreux (acétate de chlore); Note de M. *Prudhomme* ... 1136
ACIDE AZOTEUX. — Recherches sur cet acide; par M. *Fremy* ... 61
— Note sur la réduction de l'acide azoteux par les métaux; par *le même* ... 1207
ACIDE AZOTIQUE. — Faits pour servir à l'histoire de cet acide; Note de M. *Bourgoin*. 811
ACIDE BROMHYDRIQUE. — Note de MM. *Champion* et *Pellet* concernant un nouveau procédé pour la préparation de cet acide. 620
ACIDE CARBONIQUE. — Réduction de cet acide en acide formique; Notes de M. *Royer*. ... 731 et 883
ACIDE IODIQUE. — Recherches sur les propriétés de cet acide; — Son action sur le phosphore rouge considérée comme fournissant un moyen de déterminer la chaleur de combustion de l'iode; Notes de M. *Ditte* ... 621 et 935
ACIDE KRYPTOPHANIQUE. — M. *Thudichum* adresse une Note écrite en anglais sur l'acide qu'il désigne sous ce nom, et qu'il dit exister normalement dans l'urine. 539
ACIDE MALIQUE. — Sur quelques composés homologues des acides malique et tartrique; Note de MM. *Gal* et *Gay-Lussac* ... 1175
ACIDE OXALIQUE. — Sur la cause de l'inégalité des pertes d'acide oxalique dans le voisinage des pôles; nature de l'acide oxalique en dissolution dans l'eau; Note de M. *Bourgoin* ... 191
ACIDE PYROTARTRIQUE. — Sur la préparation de cet acide; — Sur les produits de la fermentation de l'acide pyrotartrique et de ses homologues; Notes de M. *Béchamp* ... 999 et 1000
— Sur un procédé de préparation directe de cet acide; Note de M. *Sacc* ... 1191
ACIDE SILICOPROPIONIQUE. — Note sur cet acide; par MM. *Friedel* et *Ladenburg*.. 1407
— Observations de M. *Dumas* relatives à cette Communication ... 1412
— Observations de M. *Thenard* relatives à la même Communication ... 1412
ACIDE SULFHYDRIQUE. — Note sur la synthèse de cet acide; par M. *Boillot*. ... 97

Pages.

ACIDE TARTRIQUE. — Note de M. *Sacc* concernant la distillation de cet acide..... 540
— Sur quelques composés homologues des acides tartrique et malique; Note de MM. *Gal* et *Gay-Lussac*.............. 1175
ACIDES ET BASES. — Partage d'une quantité limitée d'acide entre deux bases employées en excès; Note de M. *Landrin*. 188
ACIDES ORGANIQUES. — Nouvelle méthode pour la synthèse de ces acides; Note de M. *Berthelot*....................... 256
— Synthèse d'acides aromatiques; Note de M. *Wurtz*.......................... 350
ACOUSTIQUE. — Expériences sur la vitesse de propagation du son dans l'eau d'une conduite en fonte de $0^m,80$ de diamètre; Note de M. *André*....................... 568
— Sur les intervalles harmoniques et mélodiques; Note de M. *Guéroult*.......... 1037
— Sur les notes fixes caractéristiques des diverses voyelles; Note de M. *Kœnig*.. 931
— Sur les intervalles mélodiques et harmoniques; Note de MM. *Cornu* et *Mercadier*............................. 1168
AÉROLITHES. — Chute d'un aérolithe à Mourzouc (Barbarie), le 25 décembre 1869; Note de M. *Coumbary*............... 649
AÉRONAUTIQUE. — Notes de M. *Chamard* sur la direction des aérostats............ .... 91, 176, 567 et 1163
— Note de M. *Bonhorst* sur un système de navigation aérienne.................. 1123
AGARICS. — Note sur deux produits de l'agaric blanc; par M. *G. Fleury*........ 53
ALCOOLS. — Synthèse de l'alcool propylique normal au moyen de l'alcool éthylique; Note de M. *Rossi*.................... 129
— Faits relatifs à la stabilité, comme espèces chimiques, des alcools propylique, butylique et amylique normaux; Note de MM. *Isid. Pierre* et *Puchot*.......... 354
ALDÉHYDES. — Nouvelles études sur les aldéhydes propylique, butylique et amylique; par MM. *Isid. Pierre* et *Puchot*. 434
ALLYLIQUES (COMPOSÉS). — De leur combinaison directe avec le chlorure d'iode et l'acide hypochloreux; Note de M. *Henry*. 864
AMMONIAQUE. — Recherche de l'ammoniaque et de l'acide nitrique au moyen de l'acide rosolique et du bromo-mercurate de potasse; — Action de l'ammoniaque sur la lécythène; Notes de MM. *Guyot* et *Gobley*..................... 1101 et 1297
— Note de M. *Isambert* sur la dissociation des composés ammoniacaux........... 456
— D'un nouveau dosage simple et rapide des sels ammoniacaux; — De la cause pour laquelle ces sels ne peuvent exister normalement dans l'organisme qu'en quantité infinitésimale; Note de M. *Rabuteau*. 1356
ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Rapport sur un Mémoire de M. *Moutard* relatif à la théorie des équations différentielles partielles du second ordre; Rapporteur M. *Bertrand*......................... 1068
— Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier et une fonction modulaire; Note de M. *Pellet*............. 328
— Aperçu d'une méthode directe et facile pour effectuer le développement de la fonction perturbatrice et de ses coefficients différentiels; Note de M. *Newcomb*. 385
— Sur la méthode de Gauss pour l'abaissement des équations trinômes; Note de M. *Montucci*...................... 445
— Sur la bissection des fonctions hyperelliptiques; Note de M. *Brioschi*.......... 504
— Sur le développement algébrique de la fonction perturbatrice; Note de M. *Bourget*................................ 507
— Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre; Note de M. *Darboux*. 675
— Note sur la théorie des équations aux dérivées partielles; par *le même*........ 746
— Sur un point du calcul des différences; Note de M. *Tisserand*.............. 678
— Sur un mode d'approximation de plusieurs variables; Note de M. *Didon*.......... 749
— Recherches sur les équations aux dérivées du second ordre à deux variables indépendantes; Note de M. *Moutard*...... 834
— Sur la division des fonctions hyperelliptiques; Note de M. *C. Jordan*........ 1028
— Théorème sur les fonctions doublement périodiques; par *le même*........... 1128
— Sur quelques questions que l'on peut rattacher à la théorie des lignes isothermes permanentes; Note de M. *Combescure*. 324
— Note sur quelques formes d'équations différentielles; par *le même*............ 1164
— Note sur une formule d'analyse; par M. *Lucas*......................... 1167
— Démonstration de la méthode de Jacobi pour la formation de la période d'une racine primitive; Note de M. *Le Besgue*. 1243
— Nouvelles séries de remarques sur l'analyse indéterminée; par M. *Meyer*.... .... 442 et 1325
ANALYSES ORGANIQUES. — Cause de l'acidité de l'eau dans les analyses; Note de M. *Viollette*........................ 730
ANATOMIE. — Note de M. *Robin* accompagnant la présentation de son « Programme du cours d'histologie professé à la Faculté de médecine de Paris »..... 213
— Mémoire de M. *Colin* sur cette question :

Pages.

L'intelligence des animaux est-elle en rapport avec le développement des centres nerveux? 106
— Sur les circonvolutions du cerveau; Note de M. *Dareste* 193
— Étude sur l'anatomie et la physiologie du col de l'utérus; par M. *Després* 442
— Recherches sur l'origine réelle des canaux sécréteurs de la bile; par M. *Legros* ... 814
— Recherches de M. *Hyrtl* sur les vaisseaux sanguins du placenta dans l'espèce humaine 1023
— Contribution à la connaissance de la structure intime de la glande mammaire; Note de MM. *Giannuzzi* et *Falaschi* 1140
— Sur la lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères. — Sur les membranes et les canaux du limaçon. Mémoire de M. *Lœwemberg* 1219
— Sur la présence, chez les raies du genre Céphaloptère, d'organes particuliers de l'appareil branchial; Note de M. *Duméril* 491
— Observations sur la structure de la corde dorsale du poisson nommé « Amphioxus lanceolatus ». — Sur la région crânienne de ce poisson; Notes de M. *Moreau* ... . 1006 et 1189
— Sur la texture et les caractères différentiels du poumon chez les oiseaux; Note de M. *Campana* .... 458 et 525
— Sur le pancréas des poissons osseux et sur la nature des vaisseaux, découverts par Weber; Note de M. *Legouis* 1098
— Mémoire sur l'organisation de l'Arrosoir (*Aspergillum javaneum*); par M. *Lacaze-Duthiers* 268

Anhydrides. — Action de l'acétylène sur l'anhydride mixte acétohypochloreux. — Action de l'anhydride sulfurique sur le protochlorure et le sesquichlorure de carbone; Note de M. *Prudhomme* 1136

Animaux domestiques. — Note sur le cheval aux temps du nouvel empire égyptien; par M. *F. Lenormant* 163
— Note sur l'âne et le cheval dans l'antiquité des peuples Aryens; par *le même* 276
— Note sur la domestication de quelques espèces d'antilopes au temps de l'ancien empire égyptien; par *le même* 413

Anonymes (Mémoires) *adressés pour des concours dont une des conditions est que les auteurs ne fassent pas connaître leur nom avant que la Commission ait prononcé son jugement.* — Trois Mémoires adressés au concours pour le grand prix des Sciences mathématiques, et un Mémoire destiné au concours pour le prix extraordinaire concernant l'application de la vapeur à la marine militaire portant pour titre : « Projet d'un nouveau type de navires de guerre sans roulis ni tangage » .... 1219 et 1220
— Outre ces Mémoires, dont les auteurs avaient dû mettre leur nom sous pli cacheté, l'Académie a reçu deux autres travaux destinés à des concours pour lesquels cette condition n'est nullement exigée; ce sont :
— Mémoire sur la constatation de la mort par une voie scientifique 442
— Mémoire sur la guérison du choléra 442

Anthropologie. — Sur la valeur de l'os épactal, comme caractère de race en anthropologie; Mémoire de M. *Jacquart* 738

Appareils divers. — Injecteur-filtre et pulvérisateur irrigateur présentés par M. *Marinier* .... 122 et 1219
— Lettre de M. *Goulier* concernant son Mémoire sur les appareils propres à déterminer les distances 123
— Note de M. *Noel* sur une nouvelle disposition de la machine pneumatique 1123
— Sur un réfrigérateur mécanique; Notes de M. *Toselli* .... 1308 et 1373
— Note de M. *Dupuis* contenant une description de son levier hydraulique 1325
— Note de M. *Saintour* relative à un appareil respirateur 1417

Argent. — Action du chlore sec sur l'azotate d'argent; Note de MM. *Odet* et *Vignon* 96
— Sur l'essai de l'argent contenant du mercure; — Sur la solubilité du chlorure, de l'iodure et des bromures d'argent dans les sels de mercure; Notes de M. *Debray* .... 849 et 995

Artificielles (Gemmes). — Note de M. *Gaudin* sur la fabrication de pierres précieuses artificielles : Indication des procédés employés 40
— Remarques de M. *Feil* à l'occasion de la précédente Note 102
— Lettre de M. *Baudrimont* sur un procédé au moyen duquel il a fabriqué, il y a dix ans, des grenats artificiels .... 1[illegible]9
— Nouvelle Lettre de M. *Gaudin* concernant son procédé de fabrication 238

Astronomie. — Mémoire de M. *Faye* sur l'observation photographique des passages de Vénus, et sur un appareil de M. *Laussedat* 541
— Note de M. *Faye* sur le procédé d'observation photographique proposé pour ce passage par M. *Wülner* 892

Pages.

— Note de M. *de Kericuff* concernant la détermination de la parallaxe de Vénus... 279
— Observation de la lumière zodiacale à Munster, en Westphalie, les 30 janvier et 1er février 1870; Note de M. *Heiss*.. 243
— Note de M. *Bowen* faisant suite à une précédente Communication « sur la distance du Soleil »... 611
— Sur l'existence d'une loi de répartition analogue à la loi de Bode pour chacun des systèmes de satellites de Jupiter, de Saturne et d'Uranus; Note de M. *Oltramare*... 739
— Loi du mouvement de rotation des planètes; Note de M. *Flammarion*... 804
— Remarques de M. *G. Quesneville* sur la Note précédente... 845
— Réponse de M. *Flammarion*... 922
— Sur la théorie de la scintillation de M. Respighi; Note de M. *Tarry*... 1034
— Note sur les pluies de poussière et les pluies de sang; par *le même*... 1369
— M. *le Secrétaire perpetuel* présente au nom de M. *Zantedeschi* un opuscule sur les pluies de diverses substances tombées en Italie le 14 février 1870... 1326
— M. le directeur de l'Observatoire impérial adresse les volumes parus des « Annales de l'Observatoire » qui manquaient à la bibliothèque de l'Institut... 1320
— M. *Yvon Villarceau* donne des indications sur le contenu d'un de ces volumes... 1320
— Mémoires relatifs aux météorites, présentés par M. *S. Meunier* au concours pour le prix d'Astronomie... 1162
— Note de M. *Trémaux* ayant pour titre : « Observations sur la force tangentielle développée par la rotation solaire »... 1214
— Note relative à diverses questions concernant le mouvement des planètes; par *le même*... 1101

Atmosphérique (Pression). — Sur son emploi comme force motrice; Note de M. *Röttger*... 1229

Atomes (Mécanique des). — Rapport sur cinq Mémoires présentés, en 1868, par M. *F. Lucas* sous le titre de : « Recherches concernant la mécanique des atomes »; Rapporteur M. *de Saint-Venant*... 311

Aurores boréales. — Observation de ce phénomène à Munster (Westphalie) le 30 janvier et le 1er février 1870; Note de M. *Heis*... 244
— Note de M. *Decharme* sur une aurore boréale observée à Angers le 5 du mois d'avril... 818
— M. *Le Verrier* présente diverses Notes relatives à l'observation de ce phénomène et qui lui ont été adressées par MM. *Tremeschini, Charault, Terby, Geslin, Guerreau, Fortier-Garnier, Gramant et Lepingard*... 818
— Sur l'aurore boréale du 5 avril 1870; Note de M. *Sonrel*... 869
— Observations des effets de l'aurore boréale du 5 avril sur les lignes télégraphiques ottomanes; Note de M. *Lacoine*. 1008
— Sur l'aurore boréale du 20 mai; Note de M. *Chapelas*... 1141

Azote. — Sur l'origine de ce gaz dans l'oxygène supposé pur; Note de M. *Houzeau*. 39

B

Balistique. — Appareil de démonstration des phénomènes du tir des projectiles lancés par les canons rayés; Note de M. *Martin de Brettes*... 732
— Détermination de l'épaisseur du blindage en fer que peut traverser un projectile dont on connaît le poids, le calibre et la vitesse d'arrivée; par *le même*... 1400

Baromètres. — Relevé à distance des indications barométriques sur un cadran en rapport électrique avec l'instrument; Note de M. *Lemaire*... 919

Bolides. — Observation d'un de ces météores faite à l'Observatoire de Paris, le 26 février 1870; par MM. *Wolf, André* et *Capitaneo*... 442
— Sur le bolide du 19 avril 1870; Note de M. *Chapelas*... 950

Botanique. — M. Brongniart appelle l'attention sur un ouvrage de M. *Kirschleger* ayant pour titre : « Flore Vogeso-Rhénane »... 135
— Lettre de M. *Ramon de la Sagra* sur un palmier présentant une subdivision remarquable au haut de sa tige... 650
— Remarques de M. *Guyon* relatives à cette Communication... 727
— Sur une nouvelle espèce de « Peronospora », parasite des Cactus; Note de MM. *Lebert* et *Cohn*... 1300
— De la gémination des verticilles des axes floraux chez les Alismacées; Note de M. *Clos*... 1416

Bore. — Sur la chaleur de combinaison du bore avec le chlore et avec l'oxygène; Note de MM. *Troost* et *Hautefeuille*... 185

Pages.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE. — Pages 55, 107, 170, 205, 279, 343, 417, 469, 540, 579, 653, 697, 767, 824, 883, 956, 1009, 1051, 1102, 1144, 1194, 1231, 1374 et ... 1418

C

CADRANS SOLAIRES. — Description d'un cadran solaire équatorial; par M. *Lagout*. 1121

CANDIDATURES. — M. *Mannheim* prie l'Académie de vouloir bien le considérer comme l'un des candidats à la place vacante dans la Section de Géométrie par suite du décès de M. *Lamé* ... 1077

— MM. *Aoust* et *Rouget* adressent chacun en particulier une semblable demande. 1164

— Nouvelle Lettre de M. *Aoust* relative à sa candidature ... 1326

CARBONE. — Sur les combinaisons du protochlorure de platine avec l'oxyde de carbone; Note de M. *Schützenberger* ... 1134

— Action de l'anhydride sulfurique sur le protochlorure et le sesquichlorure de carbone; Note de M. *Prudhomme* ... 1137

CARPES. — Note de M. *Duchemin* ayant pour titre : « Singulière cause de la mortalité des carpes d'un vivier » ... 823 et 1009

— Note de M. *Wade* relative au fait cité par M. Duchemin ... 1023

— Note de M. *d'Esterno* sur une circonstance particulière qui s'observe constamment par rapport à ce fait et en fournit l'explication ... 1023

CATALEPSIE. — M. *Jackson David* transmet une observation relative à un cas singulier de la catalepsie ... 416

CHALEUR. — Sur les changements d'état d'un mélange d'une vapeur saturée et de son liquide suivant une ligne adiabatique; Note de M. *Phillips* ... 548

— Note de MM. *Troost* et *Hautefeuille* sur la chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et l'oxygène ... 252

— Remarques de M. *Ch. Sainte-Claire Deville* relatives à cette Communication ... 256

— Note de M. *Billant* relative aux expériences récentes de M. Huggins pour constater la chaleur émise par les corps célestes ... 566

— Recherches sur les spectres calorifiques; par M. *Desains* ... 985

— Sur les variations de la capacité calorifique de l'eau vers le maximum de densité; Notes de M. *Hirn* ... 592 et 831

— Note sur l'emploi du courant électrique dans la calorimétrie; par M. *Jamin* ... 657

— Sur la chaleur spécifique de l'eau entre zéro et 100 degrés; Note de MM. *Jamin* et *Amaury* ... 661

— Remarques de M. *Regnault* à l'occasion des précédentes Communications ... 664

— Sur la chaleur latente de la glace; Note de M. *Jamin* ... 715

— Sur la chaleur de la glace déduite des expériences de Laplace et Lavoisier; Note de M. *Renou* ... 929

— Réponse de M. *Jamin* à la Note de M. Renou ... 969

— Sur la chaleur latente de la glace; Note de M. *Renou* ... 1043

— M. Regnault transmet une réclamation de M. *Pfaundler* relative à la Note de M. Jamin pour la détermination des chaleurs spécifiques ... 1049

— Sur la chaleur spécifique des mélanges d'alcool et d'eau; Note de MM. *Jamin* et *Amaury* ... 1237

— Remarques de M. *Bussy* à l'occasion de la Communication précédente ... 1242

— Réplique de M. *Jamin* aux remarques de M. *Bussy* ... 1243

— Nouvelle Note de M. *Jamin* sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides ... 1309

— Remarques de M. *Bussy* à l'occasion de cette Communication ... 1312

— Observations de M. *H. Sainte-Claire Deville* relatives à la Note de M. Jamin ... 1377

— M. *Jamin* se réserve de répondre à ces remarques quand il aura pu en prendre connaissance dans les *Comptes rendus*. 1380

— Réclamation de priorité au sujet de la méthode calorimétrique employée par M. Jamin; Note de M. *Akin* ... 1403

— Abaissement de température produit par la rotation d'un tube métallique courbé en spirale au milieu d'une masse d'eau; Note de M. *Toselli* ... 1308 et 1373

CHARBON. — Action du sulfure de carbone et des gaz carburés sur le charbon de bois; Note de M. *Sidot* ... 605

— Échantillons de charbon de bois et de bois à demi carbonisé recueillis par M. *Prunières* dans un dépôt sédimentaire situé entre le granite et le basalte, aux montagnes d'Aubrac (Lozère) ... 1009

CHEMINS DE FER. — Comparaison des résultats obtenus et à obtenir sur les chemins de fer de la traction par laminage dite

Pages.

« à rail central » ; Mémoire de M. *Dumery* ... 113
— Influence de la distribution des poids dans les wagons de chemin de fer ; Note de M. *Maurel-Haulins* ... 203
— Sur un moyen destiné à prévenir l'accomplissement des crimes dans les wagons des chemins de fer, pendant la marche des trains ; Note de M. *Wack* ... 803
Chimie agricole. — Analyse des eaux contenues dans les terres arables ; Note de M. *Schlœsing* ... 98
Chimie générale. — Partage d'une quantité limitée d'acide entre deux bases employées en excès ; Note de M. *Landrin*. 188
Chimique (Action). — M. *Maumené* lit un Mémoire intitulé : « Théorie générale de l'action chimique : nécessité de son emploi pour éviter l'erreur » ... 115
— « Théorie générale de l'action chimique : préparation de l'oxy-ammoniaque » ; par *le même* ... 147
— « Nouvelles preuves de l'écroulement du type chimique dans les actions dites *de substitution* » ; par *le même* ... 235
— Nouveau Mémoire sur la « Théorie générale de l'action chimique » ; par *le même*. 559
— Note intitulée : « Théorie générale de l'action chimique : nécessité de son emploi pour éviter l'erreur » ; par *le même* ... 737
Chirurgie. — Sur la guérison d'une pseudarthrose du femur ; Note de M. *Mignot* ... 149
— Note sur la staphyloraphie ; par M. *Lawson Tait* ... 324
— Sur la reproduction et la réunion des tendons divisés ; Note de M. *Demarquay* ... 533
— Sur l'opération de la pupille artificielle : description et figure d'un nouvel instrument en remplacement de la pince usuelle ; Note de M. *Liebreich* ... 797
— De la suppression de la douleur après les opérations ; Note de M. *Sédillot* ... 910
— Sur un appareil destiné à diriger les injections dans la trompe d'Eustache et la caisse du tympan ; Note de M. *Bonnafont* ... 918
Chloral. — Sur l'action de l'hydrate de chloral ; Note de M. *Lawson Tait* ... 324
— De la strychnine comme antidote du chloral ; Note de M. *Liebreich* ... 403
— Tétanos chromatique guéri par le chloral ; Note de M. *Verneuil* ... 575
— Remarques de M. *Nélaton* sur l'effet attribué par M. Verneuil au chloral ... 576
— Remarques de M. *Guyon* également relatives à la Note de M. Verneuil ... 604
— Utilisation des produits secondaires obtenus dans la fabrication du chloral pour la préparation en grand des éthylamines ; Note de M. *Hoffman* ... 906
Chlore. — Action du chlore sec sur l'azotate d'argent ; Note de MM. *Odet* et *Vignon*. 96
Chlorobromures. — Nouvelle méthode générale de préparation des combinaisons organiques chlorobromées ; Note de M. *Henry* ... 1404
Chlorures. — Note sur la sursaturation du chlorure de calcium ; par M. *Lefebvre*. 684
— Sur la solubilité du chlorure, de l'iodure et du bromure d'argent dans les sels de mercure ; Note de M. *Debray* ... 995
— De la combinaison directe du chlorure d'iode avec les composés allytiques ; Note de M. *Henry* ... 864
Choléra morbus. — Recherches de M. *Scoutetten* concernant l'histoire du choléra depuis l'antiquité jusqu'à son invasion en France ... 673
— Sur le traitement du choléra par le collodion riciné ; Note de M. *Drouet* ... 1326
Voir aussi l'article *legs Bréant*.
Cobalt. — Note sur le cobalt, le manganèse et leurs alliages avec le cuivre ; par M. *Valenciennes* ... 607
Comètes. — Découverte d'une nouvelle comète télescopique ; — Éphémérides de cette comète ; par M. *Winnecke*. 1221 et 1275
Commission administrative. — MM. *Chasles* et *Decaisne* sont nommés Membres de cette Commission pour l'année 1870 ... 13
Commissions modifiées. — M. *Jamin* remplace feu M. Pouillet dans la Commission des paratonnerres ... 1163
Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. — En présentant la seconde partie de la table générale des Comptes rendus (t. XXXII à LXI), M. *Élie de Beaumont* se fait l'interprète des regrets qu'a laissés l'auteur de ce travail, M. *Vavasseur*, qui a succombé au moment où il le terminait ... 1322
Congélation. — Note de M. *Barthélémy* sur la congélation de l'eau et des solutions gazeuses saturées ou non saturées. 146
— Sur le maximum de densité et sur la température de congélation des solutions d'alcool dans l'eau ; Note de M. *Rossetti*. 1092
— Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture par la congélation de l'eau des projectiles creux ; Note de MM. *Martins* et *Chancel* ... 1149 et 1251
— Observations faites à l'occasion de la première de ces Notes ; par MM. *Morin*, *Dumas* et *Élie de Beaumont* ... 1152
— Sur la loi des points de congélation de

Pages.
solutions salines; Note de M. *Güldberg*. 1349
CONSTRUCTIONS (ART DES). — Sur un projet de communication à établir entre la France et l'Angleterre; Mémoire de M. *Verard de Sainte-Anne* 174
— Lettre relative à un procédé d'installation d'un pont tubulaire au milieu de la Manche; Note de M. *Tournois* 1307
— Sur l'équilibre d'une voûte en arc de cercle; Note de M. *de Perrodil* 1163
COSMIQUES (PHÉNOMÈNES). — Sur les principes généraux qui président à ces phénomènes; Note adressée de Québec par M. *Saint-Louis* et annoncée comme faisant suite à une précédente Communication 1123
CRÉSOL. — Note sur le crésol solide; par M. *Wurtz* 1053
CRISTALLOGRAPHIE. — Sur quelques dérivés cristallisés des hydrocarbures de la houille; Note de M. *Des Cloizeaux* ... 587
Pages.
— Note sur la forme clinorhombique de l'oxyde rouge de mercure; par *le même*. 830
— Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques d'une combinaison de protochlorure de platine et de triéthylphosphine, analogue au sel de Magnus; par *le même* 970
CUIVRE. — Sur l'existence du sélénium dans le cuivre du commerce; Note de M. *Violette* 729
— Nouveau procédé de dosage volumétrique du cuivre; Note de M. *Weil* 997
— Sur la mine de cuivre du cap Garonne (Var) et sur les minéraux qui s'y trouvent; Note de M. *Pisani* 1001
CUMÈNES. — Sur des xylènes et cumènes isomères dans les huiles de houille; Note de M. *Rommier* 641
— Note de M. *Des Cloiseaux* sur quelques dérivés cristallisés des hydrocarbures de la houille mentionnés par M. Rommier. 587

D

DÉCÈS DE MEMBRES ET DE CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE. — M *le Président* informe l'Académie de la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Lamé*, Membre de la Section de Géométrie, décédé le 1er mai 1870 961
— M. *le Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Magnus*, l'un de ses Correspondants pour la Section de Physique, décédé à Berlin le 4 avril 1870. 797
DÉCIMALE (DIVISION). — Sur la division décimale de l'angle et du temps; Note de M. *d'Abbadie* 1111
— Observations de M. *Wolf* à l'occasion de la Note précédente 1221
— Remarques de M. *d'Abbadie*, en réponse à celles de M. *Wolf* 1221
— Remarques de M. *Yvon Villarceau* relatives à la division décimale des angles et du temps 1233
— Sur le choix de l'unité angulaire; Note de M. *Hoüel* 1387
— Observations de M. *Yvon Villarceau* relatives à l'objet de la Communication précédente 1390
DÉCRETS IMPÉRIAUX. — M. *le Ministre de l'Instruction publique* transmet une ampliation du décret impérial qui autorise l'Académie à accepter le legs qui lui a été fait par M. *Lacaze* 32
DEXTRINE. — Note de M. *Musculus* sur la dextrine insoluble dans l'eau 857
DIAMANTS. — Découverte du diamant à Diaschkowitz (Bohême); Notes de M. *Schafaritz* .... 140 et 397
— Sur la combustibilité du diamant et les effets qui se produisent dans ce corps sous l'influence des températures élevées; Note de M. *Morren* 990

E

EAU. — Action de l'eau sur le fer et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer; Notes de M. *H. Sainte-Claire Deville*.. 1105 et 1201
— Observations sur la décomposition de l'eau par la pile; Note de M. *Terrien*.. 1142
EAUX MINÉRALES. — Mémoire de M. *Champouillon* « sur la statistique officielle relative aux propriétés thérapeutiques des eaux minérales » 323
— Recherches chimiques et thérapeutiques sur l'eau thermo-minérale de la solfatare de Pouzzoles; Note de M. *De Luca*. 408
ÉCLIPSES. — Sur les applications utiles de la méthode graphique à la détermination des éclipses de Soleil; Note de M. *Laussedat* 240
ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — M. *le Ministre de la Guerre* informe l'Académie que

Pages.

MM. Chasles et Combes sont nommés Membres du Conseil de perfectionnement de l'École pour l'année 1870 123

Économie rurale. — Lettre de M. *Drouyn de Lhuis* sur la découverte faite au cap de Bonne-Espérance d'un insecte qui attaque la vigne 91

— Analyse donnée par M. *Duchartre* de deux articles sur la maladie actuelle de la vigne publiés dans un journal grec par M. *Korèssios* 696

— Note de M. *Planchon* intitulée : « La Phthiriose ou Pédiculaire de la vigne chez les anciens et les cochenilles de la vigne chez les modernes » 1187

— Analyse des eaux contenues dans les terres arables; Note de M. *Schlœsing*.. 98

— Note sur la précipitation des limons par des solutions salines très-étendues; par *le même* 1343

— Description d'un nouveau système de labourage à la vapeur au moyen d'une seule locomobile; Mémoire de M. *Gaillet*. 176

— Études sur la betterave à sucre; par M. *Mehay*, quatrième Partie 176

Écoulement des corps solides. — M. *Tresca* présente comme complément à son Mémoire du 27 novembre 1869 les figures qui reproduisent l'ensemble de ses expériences 238

— Rapport sur cette dernière partie du travail de M. Tresca; Rapporteur M. *de Saint-Venant* 368

Élasticité. — M. *Leroy* adresse un manuscrit intitulé « Théorie de l'élasticité des milieux » 1101

— Sur les équations générales des mouvements intérieurs des corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état; Mémoire de M. *Maurice Lévy* 1323

Électricité. — Sur la détermination des forces électromotrices faibles; Note de M. *Edm. Becquerel* 74

— Sur l'emploi du courant électrique dans la calorimétrie; Note de M. *Jamin* 657

— Remarques de M. *Regnault* à l'occasion des précédentes Communications...... 664

— Huitième Mémoire de M. *Becquerel* sur les phénomènes électro-capillaires : sur la cause des courants musculaires, nerveux, osseux et autres 68

— Mémoire sur la production des courants électro-capillaires dans les os et dans le cerveau; par *le même* 345

— Mémoire sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux et de l'eau distillée; par *le même* 961

Pages.

— Sur les effets électriques produits au contact des métaux inoxydables et des acides et dissolutions salines neutres et saturées; — Sur les affinités capillaires; par *le même* 1313

— Sur les moyens d'utiliser les courants d'induction qui se produisent dans l'armature extérieure des câbles sous-marins; nouvelle Note de M. *Zantedeschi*. 32

— Action du magnétisme sur les gaz; Note de M. *Trève* 36

— Notes sur les courants électriques; par *le même* .... 926 et 1191

— Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique; par MM. *Lucas* et *Cazin* .... 923 et 1342

— Note de M. *Mario* relative aux phénomènes d'induction électrostatique 1192

— Sur l'état variable du courant électrique et sur les extra-courants; Note de M. *Blaserna* 154

— Expériences sur le courant intrapilaire de la pile de Grove; par M. *Royer* 158

— Mémoire de M. *Oskamp* ayant pour titre : « Théorie électro-statique » 176

— M. *Delaurier* adresse un Mémoire intitulé : « Expériences sur l'électricité : objections à la théorie électrochimique ». 121

— Note sur la production de la lumière électrique au moyen des bobines d'induction; par *le même* 342

— Mémoire relatif à une nouvelle théorie générale de la production de l'électricité statique et dynamique; par *le même*. 384

— Note relative à un paradoxe apparent sur la production de l'électricité dynamique; par *le même* 1417

— Action du magnétisme sur deux courants lumineux passant simultanément à travers des gaz raréfiés; Note de M. *Daniel* 808

— Électrisation de l'air ou de l'oxygène comme moyen de production de l'ozone; Note de M. *Houzeau* 1286

— Sur le choix des corps qu'il convient de mettre en contact avec le charbon pris comme pôle positif dans les piles; Note de M. *Zaliwski* 566

— Note sur le rôle du charbon dans les piles; par *le même* 673

— Notes de M. *Neyreneuf* sur la théorie des condensateurs électriques et sur les phénomènes de condensation .... 1192 et 1416

— Observations de M. *Terrien* sur diverses questions d'électricité ...... 1142 et 1219

— De l'électricité du sang chez les animaux vivants; Note de M. *Scoutetten* 1384

— Sur le sens des courants induits à l'aide

Pages.

des décharges électriques; Note de M. *Chautard*.......................... 1403
ÉLECTRIQUE (ÉCLAIRAGE). — Note de M. *Brachet* ayant pour titre : « Solution de l'éclairage électrique, déduite des observations ophthalmo-photogéniques ».... 919
ÉLECTRIQUES (APPAREILS). — Simplification de la machine électrique de Holtz et procédé d'évaluation des rapports existant entre le travail dynamique dépensé et l'électricité produite; Notes de M. *Bouchotte*........................ 249 et 993
— Sur une pile à trois liquides: Note de M. *Zaliwski*........................ 321
— Description d'un nouvel appareil électro-magnétique; par M. *Demoget*......... 333
— Description d'une pile destinée aux sonneries et à la télégraphie; Note de M. *Delaurier*............................ 1101
— Description d'une nouvelle pile marine; par M. *Duchemin*.................. 1218
ÉLECTROMOTRICES (FORCES). — Mémoire de M. *Becquerel* sur les forces électromotrices de diverses substances, telles que le carbone pur, l'or, le platine, etc., en présence de l'eau et de divers liquides.. 480
— Sur les forces électromotrices que le platine développe lorsqu'il est mis en contact avec divers liquides; Note de M. *Gaugain*............................ 515
— M. *Emonet* appelle l'attention sur les résultats obtenus par M. Lagrange dans la réalisation des systèmes moteurs électro-magnétiques 578
EMBRYOLOGIE. — Sur la rotation de l'embryon dans l'œuf des Axolotls du Mexique; Note de M. *Joly*......................... 873
— Recherches sur l'organisation et l'embryogénie des Ascidies : évolution de la *Molgula tubulosa;* Note de M. *Lacaze-Duthiers*............................ 1154
ENDOSMOSE. — Sur la nature de la force motrice qui produit les phénomènes d'endosmose; Note de M. *Rosensthiel*..... 617
— Note de M. *Trémaux* concernant les principes admis pour expliquer les phénomènes d'endosmose............... 766
ÉTAT NAISSANT. — Sur la nécessité de donner au mot *état* usité en chimie une acception qui ne permette plus de l'employer dans un sens vague et indéterminé et sur la condamnation qui en résulte pour l'expression *état naissant;* premier et second Mémoire de M. *H. Sainte-Claire Deville*.................... 20 et 550
ÉTHERS. — Note de M. *Henry* sur les éthers chloronitriques et bromonitriques de la glycérine........................... 860
— Sur les isomères des éthers cyanuriques; Note de MM. *Hofmann* et *Olshausen*.. 1013
— Réclamation de priorité adressée à l'occasion de cette Communication; par M. *Cloëz*.......................... 1172
ÉTHYLAMINE. — Sur l'utilisation des produits secondaires obtenus dans la fabrication du chloral pour la préparation en grand des éthylamines; Note de M. *Hofmann*. 906
ÉTHYLÈNE. — Combinaison des hydracides avec l'éthylène et le propylène bromés; — Iodhydrates et chlorydrates d'éthylène et de propylène monobromés; Notes de M. *Reboul*............... 398 et 853
— Sur la préparation de l'éthylène tribromé; Note de M. *Fontaine*.............. 1361
ÉTOILES FILANTES. — Recherches sur les centres de moyenne position des étoiles filantes; par M. *Chapelas*............ 763

F

FER. — Sur la dissolution des gaz réducteurs par le fer et les carbures de fer en fusion; Note de M. *Caron*............. 451
— Observations faites à l'occasion de cette Note; par M. *H. Sainte-Claire Deville*. 453
— Sur l'oxydation du fer; Note de M. *Calvert*. 453
— Remarques faites à l'occasion de la Note de M. Calvert; par M. *Chevreul*....... 455
— Note sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés; par M. *Gruner*.... 571
— Remarques de M. *Boussingault* à l'occasion de cette Note.................. 575
— Action de l'eau sur le fer et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer; Notes de M. *H. Sainte-Claire Deville*............ 1105 et 1201
— De la cause du rochage des carbures de fer, et des étincelles produites par ces métaux : nouvelles propriétés du fer; Note de M. *Caron*................ 1263
FLAMMES. — Observations sur la constitution de la flamme du bec de gaz désigné sous le nom de « papillon »; Note de M. *Baudrimont*...................... 1138
FOSSILES (CORPS ORGANIQUES). — Observations sur la faune ornithologique du Bourbonnais pendant la période tertiaire moyenne; Mémoire de M. *Alph.-Milne Edwards*.................... 557

Pages.

— Études sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun; Note de M. *B. Renault* ... 119
— Rapport sur ce travail; Rapporteur M. *Brongniart* ... 1070
— Sur l'organisation de rameaux silicifiés appartenant probablement à un *Sphenophyllum*; Note de M. *Renault* ... 1158
— Emploi du silicate de potasse pour donner de la solidité aux ossements fossiles exposés à se détruire comme trop friables; Note de M. *Farez* ... 1094
— De l'action de l'acide chlorhydrique sur l'osséine : nouvelles recherches sur le dosage de l'osséine dans les ossements fossiles; Note de M. *Scheurer-Kestner*. 1179
— M. *Brongniart* présente au nom de l'auteur, M. *Schimper*, la première Partie du second volume du « Traité de paléontologie végétale » ... 1254

G

Gaize. — Sur l'analyse de la gaize ou pierre morte et sur les applications industrielles que l'on peut faire de cette roche; Note de M. *H. Sainte-Claire Deville* et *J. Desnoyers* ... 581
— Remarques de M. *Élie de Beaumont*, par suite de cette Communication ... 586
Gaz. — Action du magnétisme sur les gaz; Note de M. *Trève* ... 36
— Sur l'origine du gaz azote dans l'oxygène supposé pur; Note de M. *Houzeau* ... 39
— Sur les spectres des gaz simples; Note de M. *Wülner* ... 125
— Action du magnétisme sur les gaz raréfiés; Note de M. *Daniel* ... 183
— Note de M. *de la Rive* relative à de récentes Communications concernant l'action du magnétisme sur les gaz raréfiés ... 286
— Sur les modifications apportées par le magnétisme dans la lumière émise par les gaz raréfiés; Note du *P. Secchi* ... 431
— M. *Dumas*, à propos de cette Note, mentionne des expériences de M. de la Rive entreprises depuis longtemps dans la même voie ... 433
— Remarques sur les couleurs des gaz raréfiés soumis à l'analyse spectrale; Note de M. *Dubrunfaut* ... 511
— Note sur la loi de dilatation des gaz; par *le même* ... 754
— Action du magnétisme sur deux courants lumineux passant simultanément à travers les gaz raréfiés; Note de M. *Daniel*. 808
— Compressibilité des gaz à de hautes pressions; Note de M. *Cailletet* ... 1131
Géodésie. — Détermination expérimentale de la forme de la Terre; Lettre et Mémoire de M. *G. Lambert* ... 324 et 439
Géographie. — Sur une voie nouvelle pour l'exploration du pôle nord par la mer de Kara et l'océan Sibérien; Note de M. *Grad* ... 950
Géologie. — Études sur les blocs erratiques et sur les dépôts diluviens de la Russie; Note de M. *Helmersen* ... 51
— M. *de Verneuil* présente, au nom de l'auteur M. *de Mœller*, une carte géologique du versant occidental de l'Oural, et accompagne de quelques remarques cette présentation ... 109
— Sur le terrain de craie des Pyrénées françaises et des Corbières, et notamment sur la partie inférieure de cette formation (néocomien, aptien, albien); Note de M. *Magnan* ... 537
— Remarques de M. *Leymerie* sur la Note de M. Magnan ... 694
— Note sur l'état fragmentaire des hautes cimes des Pyrénées; par *le même* ... 695
— Observations de M. *Élie de Beaumont* à l'occasion de la dernière Note de M. Leymerie ... 696
— Note concernant des « Stries observées sur des blocs de grès de Fontainebleau, de meulière de la Brie, de silex et de calcaire grossier engagés dans le diluvium des environs de Paris » (déposée sous pli cacheté le 20 septembre 1869 et ouvert le 7 mars 1870, sur la demande des auteurs MM. *Julien* et *Roujou*) ... 538
— Remarques de M. *Élie de Beaumont* à l'occasion de cette Note ... 539
— Sur la faune ornithologique du Bourbonnais pendant la période tertiaire moyenne; Mémoire de M. *Alph.-Milne Edwards* ... 557
— M. *Prunières* adresse des échantillons de charbon de bois et de bois à demi carbonisé trouvés dans les montagnes d'Aubrac (Lozère) dans un dépôt sédimentaire situé entre le granite et le basalte. 1009
— Le bassin parisien aux âges antéhistoriques; Note de M. *Belgrand* ... 1080
— Sur le système des filons du Hundsrück; Note de M. *Vézian* ... 1125
— Sur deux faits contemporains de soulèvement graduel du sol; Note de M. *de Botella* et Remarques de M. *Élie de Beaumont* à cette occasion ... 1141
— Remarques de M. *de Verneuil* à l'occasion

Pages.

d'un opuscule de M. *Dieulafait* intitulé : « Étude sur la zone à *Avicula contorta* et sur l'infralias dans le sud et le sud-est de la France » 1385

— Sur l'existence de restes organiques dans des roches considérées comme ayant une origine ignée ; Note de M. *Montagna*... 1415

GÉOMÉTRIE. — Sur la démonstration relative à la somme des angles d'un triangle ; Note de M. *Bertrand*............... 17

— Note sur le *postulatum* d'Euclide ; par M. *Lionnet*........................ 31

— Note de M. *Fleury* sur la même question. 32

— Objection contre la démonstration du *postulatum* d'Euclide ; Note déposée le 27 décembre 1869 par M. *Lionnet* sous forme de pli cacheté, ouverte, sur sa demande, le 10 janvier suivant............... 90

— Note de M. *Boilot* concernant le *postulatum* d'Euclide...................... 90

— M. *Fuix* appelle l'attention de l'Académie sur une démonstration du *postulatum* qu'il a donnée dans un précédent ouvrage 90

— Sur l'impossibilité de démontrer par une construction plane le principe de la théorie des parallèles ; Note de M. *J. Hoüel*............................ 90

— Démonstration du *postulatum* d'Euclide ; par M. *Marchand* 1267

— « Remarques sur la représentation géométrique des fonctions elliptiques de première espèce » ; Notes de M. *Allegret*........................ 169 et 416

— Sur une nouvelle combinaison de 27 droites d'une surface de troisième ordre ; Note de M. *Jordan*..................... 326

— Note sur la déformation des surfaces ; par M. *Ribaucour*...................... 330

— Mémoire sur les courbes gauches algébriques ; par M. *Halphen*........... 380

— Note sur la théorie des parallèles ; par M. *de Tilly*........................ 442

— M. *Chasles* fait connaître un théorème de M. *Spottiswoode* concernant la théorie des surfaces. — Nouvel énoncé de ce théorème................. 651 et 955

— Sur les points fondamentaux de deux surfaces dont les points se correspondent un à un ; Note de M. *Zeuthen*......... 742

— Sur les surfaces du quatrième ordre ; Mémoire de M. *Durande*............ 920

— Recherches sur les roulettes en général ; par M. *Aoust*...................... 978

— Sur quelques résultats obtenus par la considération du déplacement infiniment petit d'une surface algébrique ; Note de M. *Mannheim*..................... 1025

Pages

— Rercherches sur les pinceaux de droites et les normalies, contenant une nouvelle exposition de la théorie de la courbure des surfaces ; par *le même*........... 1074

— Détermination du plan osculateur et du rayon de courbure de la trajectoire d'un point quelconque d'une droite que l'on déplace en l'assujettissant à certaines conditions ; par *le même*............ 1215

— Construction de l'arc de courbure de la surface développable, enveloppe d'un plan dont le déplacement est soumis à certaines conditions ; par *le même*..... 1259

— Sur l'existence de nouvelles classes renfermant chacune un nombre illimité de courbes algébriques planes dont les arcs offrent une représentation exacte de la fonction elliptique de première espèce ; Notes de M. *Allegret*....... 1032 et 1193

— Note sur une propriété particulière de la cassinoïde à trois foyers

$$p^6 - 2mp^3 \cos 3\theta = \pm 1 ;$$

par *le même*....................... 1077

— Sur la surface des centres de courbure d'une surface algébrique ; Note de M. *Darboux*............................ 1328

— Note de M. *Hoppe* ayant pour titre : « Corollaire au théorème de M. Crofton. ».. 1394

— Sur une certaine famille de courbes et de surfaces ; Notes de MM. *Klein* et *Lie*.. .... 1222 et 1275

— M. *Aoust* envoie, réunis en un volume, ses Mémoires sur la théorie des coordonnées curvilignes.................... 1220

GLACE. — Note sur la formation de la glace ; par M. *Jackson David*............... 416

— Sur la formation des glaçons à l'intérieur des plantes ; Note de M. *Prilleux*...... 405

— Remarques de M. *Trécul* à l'occasion de cette Communication............... 407

— Sur la formation des glaçons ; Note de M. *Lecoq de Boisbaudran* relative aux deux précédentes Communications..... 518

— Sur la chaleur latente de la glace. — Voir à l'article *Chaleur*.

GLUCOSE. — Action des haloïdes libres et de quelques chlorures sur la glucose ; Note de M. *Colley*....................... 401

GLYCOLS. — Sur un glycol aromatique ; Note de M. *E. Grimaux* 1363

GRENATS (FABRICATION ARTIFICIELLE DE). — A l'occasion de Communications récentes sur la préparation de pierres précieuses artificielles, M. *Baudrimont* annonce avoir fabriqué ainsi des grenats il y a dix ans, et joint à sa Lettre plusieurs de ces pierres qui furent alors taillées par un lapidaire 119

H

Pages.

Histoire des Sciences. — M. *Bontemps* fait hommage à l'Académie des manuscrits laissés par le physicien *Charles*...... 239
— M. *Dupuis* appelle l'attention sur une erreur reproduite dans divers dictionnaires biographiques où l'on confond ce physicien (*J.-A.-C. Charles*) avec le géomètre C. Charles qui avait aussi appartenu à l'Académie.............. 503
— Note de M. *Jouglet* ayant pour titre : « Le maître de Descartes (Grandillonius) et ses théories »................. 728
— Notes de M. *Georget* relatives aux manuscrits du P. Grandillon..... 1193 et 1229
— M. le Maréchal *Vaillant* présente des pièces authentiques établissant que le nom de *Georges* n'appartenait pas à *Cuvier*.. 804
— M. *Dumas* remarque que le fait n'était pas ignoré des personnes admises dans la famille de Cuvier................. 804

Huiles essentielles. — Étude chimique de l'eucalyptol, produit homologue du camphre et obtenu des feuilles de l'*Eucalyptus globulus;* Note de M. *Cloëz*....... 687

Hydraulique. — De l'influence qu'exerce la digue de Pinay sur les crues de la Loire à Roanne; Mémoire de M. *Graeff*. 138 et 844
— Observations de M. *Morin* sur le Mémoire de M. Graeff.................... 140
— Essai sur la théorie de l'écoulement d'un liquide par un orifice en mince paroi; par M. *Boussinesq*....... 33, 177 et 1279
— Rapport sur un Mémoire de M. *Boussinesq*, relatif à la théorie des ondes liquides périodiques; Rapporteur M. *de Saint-Venant*..................... 360

Hydrogène. — Action de ce gaz sur l'oxyde de fer; Note de M. *H. Sainte-Claire Deville*. 1105

Hygiène. — Des moyens de détruire les miasmes contagieux des hôpitaux, tant dans l'air des salles que dans celui qui est expulsé sur les villes, par les différents systèmes de ventilation en usage; Notes de M. *Wœstyn*... 560, 608 et 673
— M. *Dumas*, à l'occasion de la première de ces Notes, rappelle les précautions prises dans les hôpitaux pour désinfecter l'air expulsé des salles................ 562
— Remarques de M. *Bouillaud* à l'occasion de la même Note.................. 562
— Remarque de M. *Morin* à l'occasion de la seconde Communication de M. *Wœstyn*. 609
— Sur la ventilation par l'air comprimé et sur la désinfection de l'air vicié; Note de M. *Piarron de Mondesir*.......... 735
— M. *Montanier* rappelle qu'il a indiqué, dès l'an 1864, la nécessité de brûler les miasmes extraits des salles d'hôpitaux.. 737
— Sur le renouvellement et la purification de l'air des hôpitaux; Note de M. *Bordone*. 802
— Note de M. *Moyret* relative à l'assainissement de l'air évacué des hôpitaux... 844
— Sur une méthode d'assainissement des hôpitaux, hospices et asiles envahis par le typhus, la pourriture d'hôpital, etc.; Mémoire de M. *Rabot*............... 1384
— Nouveau moyen de purifier l'air par filtration; Note de M. *Drivet*........... 1163
— Expériences pour l'utilisation des eaux d'égout déversées dans la Seine; Mémoire de MM. *Mille* et *Durand Claye*.. 759
— Communication de M. *Dumas* concernant le Rapport fait au nom d'une Commission anglaise, par M. *Frankland*, sur la purification des cours d'eau souillés par les égouts des villes................. 1054
— Sur l'insalubrité et l'assainissement de la rivière du Groult; étude sur les eaux de féculerie; Mémoire de M. *Gérardin*. 1220
— Assainissement des littoraux marécageux avec le concours de la marée; Note de M. *Poulain*...................... 1220
— Description d'un système de ventilation appliqué aux meules et polissoirs des usines du Zornhoff, près Saverne; Mémoire de M. *Goldenberg*............ 383
— Lettre de M. *Jouglet* sur les accidents causés par les vapeurs du phosphore aux ouvriers employés à la fabrication des allumettes....................... 611
— Sur les poêles en terre réfractaire de MM. Muller et Cie; Note de M. *Morin*.. 1115
— Sur la machine à coudre considérée par rapport à la santé des ouvrières; Note de M. *E. Decaisne*.......... 1096 et 1123
— Mémoire sur la machine à coudre; adressé au concours pour le prix dit des Arts insalubres, par M. *Espagne*......... 1267
— Emploi du lait comme préservatif des affections saturnines; Note de M. *Didierjean*. 1076
— Mémoires de M. *Lacroix* relatifs à diverses questions d'hygiène................. 578
— M. *de Freycinet* adresse un exemplaire de son « Traité d'assainissement industriel ». 737
— M. *de Freycinet* adresse également un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Principes de l'assainissement des villes », et demande que ce volume soit admis au concours pour le prix dit des Arts insalubres... 1385

I

Pages.

IDIOTISME. — Note de M. *Aubé* ayant pour titre : « Sur un mode préventif de l'idiotisme » 1219

INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES. — Lettre de M. *Blanqui* sur un instrument à l'aide duquel on résout les triangles sphériques sans le secours des tables de logarithmes .... 611 et 738

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE. — Note sur un baromètre photographique ; par M. *Volpicelli* 334

— Sur une nouvelle espèce de thermomètres; Note de M. *Lamy* 393

— Observations de M. *Becquerel* relatives à cette Communication 396

— Galvanomètre vertical à fléau, de l'invention de M. *Bourbouze* 616

— Objectif à prismes pour l'usage d'un ophthalmoscope démonstratif ; Note de MM. *Wecker* et *Roger* 757

— Nouvel hygromètre à absorption ; Note de M. *Severin* 1193

ISOMÈRES. — Sur la formation simultanée d'isomères en proportions définies ; Note de M. *Rosenstiehl* 260

— Sur la trichlorhydrine et ses isomères ; Note de M. *Berthelot* 681

— Sur les isomères des éthers cyanuriques ; Note de MM. *Hofmann* et *O. Olshausen* 1013

L

LÉCITHINE. — Action de l'ammoniaque sur cette substance ; Note de M. *Gobley*... 1297

LEGS BRÉANT (CONCOURS POUR LE PRIX DU). — Communications relatives au choléra-morbus ou aux dartres, par les auteurs dont les noms suivent : MM. *Barracano*, *Adeline*, *Zycki*, un anonyme, MM. *Levert*, *Jenkins*, *Drouet* .... 176, 384, 442, 844, 1123, 1163 et 1326
Voir aussi l'article *Choléra-morbus*.

LEUCOCYTES. — Voir l'article *Physiologie*.

LEVURE. — Note sur la vitalité de la levûre de la bière ; par M. *Melsens* 629

— Remarques de M. *Boussingault* à l'occasion de cette Communication 632

LIQUIDES (MOUVEMENT DES). — Note de M. *d'Estocquois* sur ce sujet 883

— De la formation des gouttes liquides ; Note de M. *Duclaux* 933

— Remarques de M. *Limouzin* à l'occasion de la Note de M. Duclaux 1005

LUMIÈRE. — Note de M. *Ricour* sur la dispersion de la lumière 115

— Sur l'illumination des corps transparents ; Note de M. *Soret* 519

— M. *Cave Thomas* adresse de Londres un Mémoire ayant pour titre : « Théorie esthétique de la lumière » 919

LUMIÈRE ZODIACALE. — Observation de ce phénomène à Munster (Wesphalie), les 30 janvier et 1er février 1870 ; Note de M. *Heiss* 243

LUNE. — Note de M. *Delaunay* sur la constitution physique de la Lune 57

— Rapport sur un travail de M. *Puiseux*, concernant l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune ; Rapporteur M. *Delaunay* 111

— Nouveaux détails historiques sur le rayonnement lunaire ; Note de M. *Volpicelli*. 334

LYDINE. — Influence qu'exerce sur ce produit l'acide organique qui sert à le former ; —Procédé pour la conservation des œufs de papillon ; Notes de M. *Guyot*... 1307

M

MAGNÉTISME TERRESTRE. — M. *D. Muller* demande et obtient l'autorisation de reprendre trois Mémoires qu'il avait précédemment présentés sur les éléments du magnétisme terrestre ; Mémoires qui n'ont pas été l'objet d'un Rapport 91

— Détermination de l'intensité magnétique terrestre en valeur absolue ; Note de MM. *Cornu* et *Baille* 1337

— Sur les perturbations magnétiques observées par *de Saussure*, au col du Géant, avant le terrible orage de 1788 ; Note de M. *Dufour* 1373

MANGANÈSE. — Note sur le cobalt, le manganèse et leurs alliages avec le cuivre ; par M. *Valenciennes* 607

MÉCANIQUE. — Sur l'établissement des équations des mouvements intérieurs opérés

Pages.

dans les corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état; Mémoire de M. *de Saint-Venant* 473
— Note de M. *Combes* accompagnant la présentation de la 3e édition de la Mécanique industrielle de M. *Poncelet* 1252
— Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la mécanique; par M. *Piarron de Mondesir*, 2e Partie. 91, 150 et 246
— Sur la détermination du travail latent dans les systèmes à mouvements uniformes ou uniformément périodiques; Note de M. *Boileau* 838
Mécanique appliquée. — Rapport sur un Mémoire de M. *Lévy*, intitulé : « Essai sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres fraîchement remuées et de ses applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement »; Rapporteur M. *de Saint-Venant* 217
— Sur une détermination rationnelle, par approximation, de la poussée qu'exercent des terres dépourvues de cohésion contre un mur ayant une inclinaison quelconque; Note présentée, à l'occasion du précédent travail, par M. *de Saint-Venant* .... 229 et 281
— Rapport sur un Mémoire de M. *Tresca*, concernant le poinçonnage et la théorie mécanique de la déformation des corps solides; Rapporteur M. *Morin* 288
— Preuve théorique de l'égalité des deux coefficients de résistance au cisaillement et à l'extension ou à la compression dans le mouvement continu de déformation des solides ductiles au delà des limites de leur élasticité; Note de M. *de Saint-Venant* 309
— Recherches d'une deuxième approximation dans le calcul rationnel de la poussée exercée contre un mur dont la face postérieure a une inclinaison quelconque, par des terres non cohérentes, dont la surface supérieure s'élève en un talus plan quelconque à partir du haut de cette face du mur; par *le même* 717
— Intégration de l'équation différentielle qui peut donner une seconde approximation dans le calcul rationnel de la poussée exercée contre un mur par des terres dépourvues de cohésion; Note de M. *Boussinesq* 751
— Comparaison des évaluations de la poussée des terres par la considération rationnelle de l'équilibre-limite et par l'emploi du principe dit « de moindre résistance, » de Mosseley; Note de M. *de Saint-Venant* 894
— Mémoire sur les propulseurs hélicoïdaux; par M. *Antoine* 801
— Sur le mécanisme du vol des oiseaux; Note de M. *Marey* 1255
— Neuvième et dixième Notes de M. *Aubert* sur les solides soumis à la flexion. 1023 et 1219
Mécanique céleste. — Rapport de M. *Delaunay* sur un Mémoire de M. *Puiseux* concernant l'accélération séculaire du mouvement de la Lune 111
— Sur le développement algébrique de la fonction perturbatrice; Note de M. *Bourget* 507
Médecine et Hygiène (Questions diverses de). — Voir aux noms de MM. *Blondé* et *Vinci*.
Mercure. — Sur l'essai de l'argent contenant du mercure; — Sur la solubilité du chlorure, de l'iodure et du bromure d'argent dans les sels de mercure; Notes de M. *Debray* .... 849 et 995
Métallurgie. — Sur la fabrication des tam-tams et des cymbales; Note de MM. *Riche* et *Champion* 85
Métaux. — Mémoire de M. *Tresca* sur le poinçonnage des métaux et des matières plastiques 27
— Sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux et de l'eau distillée; Mémoire de M. *Becquerel*... 961
Météorologie. — Chute de neige extraordinaire à Collioure (Pyrénées-Orientales); Lettre de M. *Naudin* 214
— Note de M. *Denza* concernant une aurore boréale et divers autres phénomènes météorologiques observés en Piémont le 19 juillet 1869 465
— Observations des orages en Norvége pendant l'année 1869; Note de M. *Mohn*... 648
— Lettre de M. *Zantedeschi* accompagnant l'envoi d'un ouvrage de météorologie qu'il vient de publier 674
— Note de M. *Ch. Sainte-Claire Deville* accompagnant la présentation du Bulletin de l'Observatoire météorologique de Montsouris pour le mois de mars 1870 et celle du premier volume du Bulletin de cet Observatoire (année 1869)..... .... 725 et 1153
— Sur la grêle tombée le 22 mai 1870; Note de M. *Trécul* 1115
— M. *Mottez* adresse un Mémoire relatif à deux observations intéressant la météorologie 1218
— Sur un orage qui a éclaté le 29 mai aux environs d'Alais; Lettre de M. *Bourgogne*. 1306

Pages.

— M. *le Secrétaire perpétuel* présente un opuscule de M. *Zantedeschi* sur les pluies de diverses substances tombées le 14 février 1870 en Italie................ 1326
— Sur les pluies de poussière et les pluies de sang; Notes de M. *Tarry*. 1043 et 1369
— Note de M. *Tremblay* relative à un moyen supposé propre à faire cesser la sécheresse............................ 1384
MÉTRIQUE (SYSTÈME). — Division décimale de l'angle et du temps. Voir l'article *Décimale (Division)*.
MICROZYMAS. — Note de M. *Béchamp* sur les microzymas géologiques de diverses origines............................ 914
— M. *Béchamp* indique les expériences qu'il se prépare à faire pour la continuation de ces recherches................. 1164
MINÉRALOGIE. — Sur la forme clinorhombique de l'oxyde rouge de mercure; Note de M. *Des Cloizeaux*................. 836
— Sur les minéraux trouvés dans la mine de cuivre du cap Garonne (Var); Note de M. *Pisani*...................... 1001
— Collection de substances minérales exploitables recueillies dans le Valsoda; envoi de MM. *Ravizza* et *Colomba*.... 1122
MOLÉCULAIRE (ACTION). — Étude sur les actions moléculaires fondée sur la théorie de l'action capillaire; Note de M. *Valson*............................ 1040
MOLÉCULES (THÉORIE DES). — Mémoire adressé sous ce titre; par M. *Witwer*........ 1267
MONUMENTS ÉLEVÉS A LA MÉMOIRE D'HOMMES CÉLÈBRES. — Projet d'un monument à l'honneur de l'*Amiral de Krusenstern :* Lettre du comité formé à Saint-Pétersbourg pour la réalisation de ce projet.. 1124
MORT (SIGNES DE LA). — Un Mémoire écrit en allemand « Sur la constatation de la mort par voie scientifique » est adressé par un auteur dont le nom est placé sous pli cacheté........................ 442
— Lettre de M. *de Caligny* concernant deux prix fondés par M. d'Ourches pour la découverte de moyens certains pour prévenir les inhumations précipitées... 1068
— Note sur un nouveau signe de la mort; par M. *Duboux*.................... 1307
MORTALITÉ DES NOUVEAU-NÉS. — M. *Rezard de Wouves* lit la 2[e] Partie d'un Mémoire intitulé : « De la mortalité des nouveau-nés : des nourrices »............... 1154
MOTEURS. — Description et figure d'un petit moteur à vapeur; par M. *Fontaine*.... 611
— M. *Perreul* adresse une Note concernant la « nouvelle force motrice » dont il a précédemment entretenu l'Académie... 919

N

NAVIGATION. — Mémoire de M. *Godefroy* concernant le progrès dont la navigation lui paraît susceptible............... 611
— Mémoire sur les propulseurs hélicoïdaux; par M. *Antoine*.................... 801
— Mémoire sur la houle et le roulis; par M. *Bertin*........................ 802
— Projet d'un nouveau type de navire de guerre, sans roulis ni tangage (destiné pour un concours et portant le nom de l'auteur sous pli cacheté)............ 1220
NICKEL. — M. Dumas communique une Lettre de M. *Gaiffe* sur un nouveau procédé de nickelisage dû à M. *Is. Adams*........ 123
— Remarques faites à propos de cette lettre par M. *Becquerel,* qui rappelle le procédé qu'il avait indiqué autrefois pour déposer galvaniquement le nickel........ 124
— Réponse de M. *Dumas* à M. Becquerel.. 125
— Note de M. *Becquerel* relative au dépôt du nickel sur les métaux............ 137
— Remarques de M. *Gaiffe* concernant le procédé employé par M. Adams pour produire les dépôts de nickel......... 181
— Nouvelles observations de M. *Becquerel* relatives à ce procédé............... 181
— M. Dumas communique à l'Académie des documents adressés par M. *H. Bouilhet*, par M. *Jacobi* et par M. *Klein* sur la production des dépôts galvaniques de nickel. 1386
NOMBRES (THÉORIE DES). — Notes de M. *Marie* relative à la formation des carrés magiques.................. 416 et 578
— Solution d'un problème de la théorie des nombres; Note de M. *Greil*.......... 1101
— Sur la théorie des nombres premiers considérés dans les progressions arithmétiques; Note de M. *F. Moret*......... 1122
NOMINATIONS *de Correspondants de l'Académie.* — Sont élus à des places de Correspondants devenues vacantes dans diverses sections : M. *Helmholtz* (Section de Physique), en remplacement de feu M. *Marianini*..................... 27
— M. *Mayer* (même Section), en remplacement de feu M. *Matteucci*.......... 85
— M. *Kirchhoff* (même Section), en remplacement de feu M. *Forbes*............ 138
— M. *Joule* (même Section), en remplacement de feu M. *Magnus*............. 1154

Pages.

— M. *Naumann* (Section de Minéralogie), en remplacement de M. *Murchison*, nommé Associé étranger.......... 217
— M. *Miller* (même Section), en remplacement de feu M. *Fournet*.......... 438
— M. *Rokitanski* (Section de Médecine et de Chirurgie), en remplacement de feu M. *Panizza*.......... 1255

Numériques (Tables). — M. *Drach* soumet au jugement de l'Académie diverses Tables qu'il a calculées et qu'il croit pouvoir être utiles dans certaines recherches théoriques.......... 1022
— Ces Tables sont renvoyées à l'examen de la Section de Géométrie.......... 1077

O

Ondes liquides. — Rapport sur un Mémoire de M. *Boussinesq* relatif à la théorie des ondes liquides périodiques; Rapporteur M. *de Saint-Venant*.......... 360
Optique. — Accumulation de chaleur produite par une combinaison de lentilles de sel gemme; Note de M. *Vernier*.......... 342
— Sur la méthode suivie par Léon Foucault pour reconnaître si la surface d'un miroir est rigoureusement parabolique; Note de M. *Ad. Martin*.......... 389
— Méthode d'autocollimation de L. Foucault et son application à l'étude des miroirs paraboliques; par *le même*.......... 446
— Sur les variations de l'indice de réfraction de l'eau et des liquides en général avec la température; Note et Mémoire de M. *Croullebois*.......... 847 et 918
— Observations de M. *Jamin* relatives à la Note de M. Croullebois.......... 966
— Note de M. *Cornu* sur un résultat annoncé dans cette même Communication de M. Croullebois.......... 989
— Réponse de M. *Croullebois* aux objections de M. Jamin.......... 1022
— Sur les propriétés optiques du benzile et de quelques corps de la famille du camphre, à l'état de cristaux et à l'état de dissolution; Note de M. *Des Cloizeaux*.......... 1209
Or. — Recherches expérimentales sur l'or et ses composés; par M. *Prat*.......... 840
Organographie végétale. — Remarques sur la position des trachées dans les Fougères. — Ramifications et propagules du rhizome de quelques espèces; recherches de M. *Tréeul*.. 421, 483, 589 et 666
— Sur le placenta libre des Primulacées; Note de M. *Cave*.......... 523
Osséine. — Voir l'article *Fossiles (Restes organiques)*.
Oxygène. — Sur l'origine du gaz azote dans l'oxygène supposé pur; Note de M. *Houzeau*.......... 39
— Note sur l'absence de l'eau oxygénée dans la neige tombée à Rouen; par *le même*. 519
Voir aussi l'article suivant.
Ozone. — Note de M. *Dubrunfaut* sur la nature de l'ozone.......... 159
— Rapport sur les travaux de M. *A. Houzeau* relatifs à l'ozone; Rapporteur M. *Cahours*.......... 369
— Action de l'ozone sur la nitroglycérine, la dynamite et différents autres composés explosifs; Note de M. *Jouglet*.......... 539
— Étude électro-chimique sur l'ozone; Note de M. *E. Martin*.......... 611
— Expériences sur l'électrisation de l'air ou de l'oxygène comme moyen de production de l'ozone; Note de M. *Houzeau*... 1286

P

Paléoethnologie. — Traces de l'anthropophagie dans les temps antéhistoriques, découvertes dans la grotte de Montesquieu-Avantes (Ariége); Note de M. *Garrigou*.......... 167
— Découverte des restes de l'homme quaternaire dans les ateliers de pierre taillée et polie du Grand-Pressigny; Note de M. *Leveillé*.......... 566
— Découverte d'instruments de l'âge de pierre en Arabie et en Égypte; Note de M. *Richard*.......... 576
— Découverte d'un atelier d'instruments préhistoriques en Palestine; par *le même*.......... 949
— Nouveaux documents sur l'histoire probable de la Grotte des Morts transmis par la Société qui s'est formée pour l'exploration de cette cavité.......... 1308
Paquets cachetés (Ouverture de). — Sur la demande de M. *Lionnet*, un paquet cacheté, déposé par lui le 27 décembre 1869, est ouvert et se trouve renfermer une Note contenant une ob-

Pages.

jection à la démonstration du *postulatum* d'Euclide.......................... 90
— Un paquet cacheté, déposé le 20 septembre 1869 par MM. *Roujou* et *Julien* et ouvert sur leur demande le 7 mars 1870, renferme une Note concernant des « Stries observées sur des blocs de grés de Fontainebleau, de meulière de Brie, de silex et de calcaire grossier engagés dans les diluviums des environs de Paris. »............................. 538
— Remarques de M. *Élie de Beaumont* à l'occasion de cette Communication..... 539
— Plusieurs plis cachetés, successivement déposés par M. *Poumarède,* et ouverts sur la demande de ses héritiers, renferment diverses Notes sur des questions de chimie et de métallurgie.......... 803
PARATONNERRES. — Lettre de M. *le Ministre de la Guerre* invitant l'Académie à lui faire connaître son opinion dans la question de l'établissement des paratonnerres sur les magasins à poudre situés près de la mer.......................... 1124
PATHOLOGIE. — Cas de rage constatés en France dans la période de 1863 à 1868, d'après l'enquête instituée par le Ministère de l'Agriculture; Communication de M. *Bouley*...................... 701
— Statistique des cas de rage observés sur des Européens en Algérie depuis notre prise de possession en 1831 jusqu'en 1851; Note de M. *Guyon*........... 796
— M. *Larrey* présente au nom de M. *Lebert* quinze tableaux graphiques des deux épidémies de typhus qui ont régné en 1868 et 1869 à Breslau.................. 651
— Sur la coexistence d'altérations anévrysmales dans la rétine avec des anévrysmes de petites artères dans l'encéphale; Note de M. *H. Liouville*............ 498
— Sur le mécanisme de formation des lésions anatomiques récemment découvertes dans l'héméralopie épidémique; Note de M. *Netter*................. 577
— Des angines aiguës ou graves et des caractères différentiels de la contagion et de l'infection; Note et opuscule de M. *Moura*................. 496 et 1123
— Sur la pathogénie de la stéatose viscérale dans l'intoxication phosphorée; Note de MM. *Parrot* et *Dusart*.............. 529
— Sur le rôle attribué aux mouches dans la production de la maladie du charbon; Note de M. *Mégnin*........... 566
— Étude critique de l'embolie dans les vaisseaux veineux et artériels; Note de M. *E. Bertin*............................. 1123

Pages.

— Recherches expérimentales sur l'inflammation supurative et le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires; Note de M. *Picot*..................... 1367
PENDULE. — Indication de deux expériences à réaliser au moyen du pendule, pour déterminer la variation de la résistance de l'air avec la vitesse; Note de M. *Verdeil*.............................. 107
— M. *Oudart* adresse un Mémoire « Sur le pendule et les planètes »........... 1374
PHONATION. — Sur les notes fixes caractéristiques des diverses voyelles; Note de M. *Kœnig*......................... 931
PHOSPHORE. — Note de MM. *Darmstaedler* et *Henninger* sur une nouvelle combinaison phosphorée.................. 404
— Nouvelles recherches sur le phosphore noir; par M. *Blondlot*............... 856
— Recherches sur de nouveaux dérivés platiniques des bases phosphorées; par MM. *Cahours* et *Gal*.............. 897
— Sur les composés phosphoplatiniques; Note M. de *Schützenberger*........... 1414
— Sur la pathogénie de la stéatose viscérale dans l'intoxication phosphorée; Note de MM. *Parrot* et *Dusart*............ 529
— Accidents causés par les vapeurs du phosphore chez les ouvriers employés à la fabrication des allumettes; Note de M. *Jouglet*......................... 611
PHOTOGRAPHIE. — Application de la lumière polarisée à la photographie des cristaux microscopiques de certains sels; Note de M. *Girard*....................... 766
— *Photographie* appliquée à l'observation de phénomènes célestes. — Voir l'article *Astronomie*.
PHYSIOLOGIE. — Note de M. *Bergeon* intitulée : « Rôle important de la glande lacrymale dans la respiration »......... 88
— Sur le passage des leucocytes au travers des parois des capillaires; Note de M. *Feltz*......................... 132
— Sur le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires; Note de M. *Picot*. 1367
— Note de M. *Gérard* concernant la théorie de la vision..................... 203
— Recherches sur la digestion artificielle des féculents par la maltine; Note de M. *Coutaret*....................... 382
— Note sur la température des nouveau-nés; par M. *Andral*................. 825
— De la loi des rotations du globe oculaire dans les mouvements associés des yeux; Note de M. *Giraud-Teulon*........... 945
— Recherches sur les mouvements choréi-

Pages.

formes du chien; par MM. *Legros* et *Onimus* 1046

— Étude sur la chromatoscopie rétinienne ou examen de la vue au moyen de l'échelle des couleurs; par M. *Galezowski*. 1162

— Sur la rapidité de l'absorption de l'oxyde de carbone par le poumon; Note de M. *Gréhant* 1182

— De l'état de contractilité musculaire jugé comparativement, au moyen des courants continus et des courants d'induction, dans un certain nombre de paralysies : conséquences qui s'en déduisent; Note de M. *Chéron* 1186

— Recherches sur les propriétés fonctionnelles des nerfs et des muscles pendant la vie intra-utérine; par MM. *Cheron* et *Goujon* 1220

— De l'influence de la lumière sur les larves de Diptères privées d'organes extérieurs de la vision; Note de M. *Pouchet* 1220

— Sur la circulation des Oligochætes du groupe des Naïs; Note de M. *Perrier* .. 1226

— Expériences sur les phénomènes dont les globules blancs du sang et les parois des capillaires sont le siége pendant l'inflammation; Note de M. *Feltz* 1228

— Sur la reproduction scissipare des Naïdiens; Note de M. *Perrier* 1304

— Recherches expérimentales sur l'inflammation suppurative et le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires; Note de M. *Picot* 1367

— De l'électricité du sang chez les animaux vivants, de l'anesthésie et de l'unité des forces physiques et vitales; Note de M. *Scoutetten* 1384

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Sur les mouvements des grains de chlorophylle sous l'influence de la lumière; Note de M. *Prillieux* 46

— Note de M. *Roze* sur le même sujet.... 133

— Influence de la lumière verte sur la sensitive; Note de M. *Bert* 338

— Influence de la lumière bleue sur la production de l'amidon dans la chlorophylle; Note de M. *Prillieux* 591

— Sur la formation de glaçons à l'intérieur des plantes; Note de M. *Prillieux* 405

— Remarques de M. *Trécul* à l'occasion de cette Communication 407

— Remarques de M. *Baillon* relatives au phénomène signalé par M. Prillieux ... 877

— Causes de la déhiscence des anthères : rôle de la deuxième membrane; Notes de M. *Chatin* .... 201, 410 et 644

— Organes et phénomènes de la fécondation dans le genre *Lemanea*; Note de M. *Sirodot* 691

— Observations sur le retournement des champignons; Note de M. *Duchartre* .. 776

— Note de M. *Baillon* sur la dissémination des noyaux du *Dorstenia Contrayerva*. 799

— Expériences sur le mode d'action du chloroforme et sur l'irritabilité des étamines des Mahonia; Note de M. *Jourdain* 948

— Observations anatomiques et physiologiques sur la moelle des plantes ligneuses; par M. *Gris* 972

— Sur les conditions chimiques de la vie des organismes inférieurs; Note de M. *Raulin* 634

PHYSIQUE DU GLOBE. — Note de M. *Girard* sur les cristaux doubles de la neige ... 337

— Sur l'absence de l'eau oxygénée dans la neige tombée à Rouen; Note de M. *Houzeau* 519

— Pluie de sable arrivée en Italie du 13 au 14 février 1870; Lettre de M. *Denza* ... 534

— Sur les pluies de poussières et les pluies de sang; Note de M. *Tarry* 1034

— Note de M. *Guyon* sur le transport par le vent d'une poudre impalpable, d'Afrique en Espagne : observation faite par les blanchisseuses du littoral sud de la Péninsule 1066

— Des nuages, des brouillards et des pluies de sable observés en Italie en 1869; Note de M. *Zantedeski* 1124

— Sur la théorie des marées; Note de M. *Roumiantzoff* 1087

— Sur deux faits contemporains de soulèvement lent du sol; Note de M. *de Botella*. 1141

— Remarques de M. *Élie de Beaumont* à l'occasion de cette Note 1142

— Composition du gaz de la fontaine ardente de Saint-Barthélemy (Isère); Note de M. *Raoult* 1095

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — Sur l'état physique des corps; Note de M. *Lucas* 443

— Calcul des paramètres physiques et des axes principaux en un point quelconque d'un système atomique; par *le même* .. 509

— Sur l'angle de raccordement d'un liquide avec une paroi solide; Note de M. *Moutier* 612

— Sur une quantité analogue au potentiel et sur un théorème y relatif; Note de M. *Clausius* 1314

— Nouvelles propriétés de la fonction potentielle; Note de M. *Lucas* 1397

PLANÈTES. — M. *Delaunay* annonce la découverte d'une nouvelle planète faite à l'observatoire de Marseille par M. *Borelly*. 885

Pages.

— M. *Oudart* adresse un Mémoire « Sur le pendule et les planètes » 1374

Pierres précieuses artificielles. — Voir l'article *Artificielles* (*Gemmes*).

Platine. — Sur les combinaisons du protochlorure de platine avec l'oxyde de carbone; Note de M. *Schützenberger* ...... 1134 et 1414

— Nouvelles recherches sur le platine; par *le même* 1287

— Recherches sur de nouveaux dérivés platiniques des bases phosphorées; par MM. *Cahours* et *Gal* 897

Platinisés (Miroirs). — Sur la fabrication des glaces et des miroirs platinisés; Note de M. *Jouglet* 52

Potentielle (Fonction). — Voir l'article *Physique mathématique*.

Propylène. — Combinaisons des hydracides avec l'éthylène et le propylène bromés; Note de M. *Reboul* 398

Puits (Creusement des). — Sur de nouveaux systèmes d'échafaudage et d'outillage employés dans ces opérations; Note de M. *Portail* 1220

Pyrogène. — M. *Boissier* lit un Mémoire ayant pour titre : « Du pyrogène ou de l'esprit du feu » 673

Q

Quadrature du cercle. — Toute Communication sur ce sujet est considérée par l'Académie comme non avenue, conformément à une décision déjà ancienne et rappelée dans la séance du 28 février 1870, à l'occasion d'une Note de M. *Geise* 468

— Une Note de M. *Mansion* et une de M. *Schreiner* sur le même sujet sont également considérées comme non avenues .... 578 et 824

R

Rage. — Communication de M. *Bouley* sur les cas de rage constatés en France dans la période de 1863 à 1868, d'après l'enquête instituée par le Ministère de l'Agriculture 701

— Statistique des cas de rage observés en Algérie depuis notre prise de possession en 1831 jusqu'en 1851; Note de M. *Guyon* 796

Résistance des matériaux. — Nouveaux Mémoires de M. *Aubert* sur les solides soumis à la flexion .... 1023 et 1219

S

Salines (Solutions). — Sur la précipitation des limons par des solutions salines très-étendues; Note de M. *Schlœsing* 1345

— Sur la loi des points de congélation de solutions salines; Note de M. *Güldberg*. 1349

Sang. — De la nature et de l'origine des globules du sang; Note de MM. *Béchamp* et *Estor* 265

— Pluies de sang. — Voir à l'article *Météorologie*.

Sauvetage. — Moyen simple pour diminuer les chances de glissement des échelles à incendie; Note de M. *Charrière* 823

— Sur l'organisation du sauvetage maritime; Neuvième Mémoire de M. *Tremblay*... 918

Sections de l'Académie. — La Section de Physique présente comme candidats pour une place de Correspondant vacante par suite du décès de M. *Matteucci* : 1° M. *J.-R. Mayer*; 2° par ordre alphabétique, MM. Angström, Billet, Dove, Grove, Henry, Jacobi, Joule, Kirchhoff, Riess, Stockes, W. Thomson, Tyndall, Volpicelli 54

— La même Section présente une liste de candidats pour la place de Correspondant vacante par suite du décès de M. *Forbes*, liste qui ne diffère de la précédente qu'en ce que le nom de M. Mayer récemment nommé n'y figure plus et que le nom de M. *Kirchhoff* est placé seul en première ligne 136

— La même Section présente comme candidats pour la place vacante par le décès de M. *Magnus* : en première ligne M. *Joul*; en seconde tous les savants dont les noms sont portés sur les deux listes précédentes 1143

Pages.

— La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats pour une place de Correspondant en remplacement de M. *Murchison* devenu Associé étranger : en première ligne, M. *C.-F. Neumann;* en deuxième et par ordre alphabétique MM. Abich, G. Bischof, Ami-Boué, Dana, de Dechen, Domeyko, J. Hall, de Hauer, de Helmersen, Ch.-T. Jackson, Kjerulf, de Koksharow, W. Logan, W.-H. Miller, E. Römer, Scacchi, A. Sismonda, Studer.......... 204

— La même Section présente pour la place de Correspondant vacante par suite de la mort de M. *Fournet,* les mêmes candidats que dans la liste précédente, à cela près que M. Neumann récemment nommé n'y figure plus et que M. *Miller* est placé seul en première ligne...... 417

— La Section de Médecine et de Chirurgie présente la liste suivante de candidats pour la place de Correspondant laissée vacante par feu M. Panizza : 1° M. *Rokitanski;* 2° M. Lebert; 3° MM. Bowman, Donders; 4° MM. Bennet, Paget...... 1230

— La même Section présente comme candidats pour la place de Correspondant vacante par suite du décès de M. *Lawrence :* 1° M. *Lebert;* 2° MM. Bowman, Donders; 3° MM. Bennet, Hannover, Kolliker, Paget.......... 1417

— La Section d'Anatomie et de Zoologie présente comme candidats pour la place de Correspondant vacante par suite du décès de M. *Carus :* 1° M. *Brandt;* 2° MM. Bischoff, Darwin, Huxley, Hyrtl, Leuckart, Lowen, Steenstrup, Vogt.... 1418

— Une Commission formée par la réunion des Sections d'Astronomie, de Géométrie et de Navigation présente la liste suivante de candidats pour une place vacante au Bureau des Longitudes : 1° M. de la Roche-Poncié; 2° M. Gaussin. — L'Académie présente comme candidats pour cette place : en première ligne, M. *de la Roche-Poncié;* en deuxième, M. *Gaussin*.......... 170 et 174

Sélénium. — Existence de ce métal dans le cuivre du commerce; Note de M. *Violette*.......... 729

Silicium. — Chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et l'oxygène; Note de MM. *Troost* et *Hautefeuille*.......... 252

— Remarques relatives à cette Communication; par M. *Ch. Sainte-Claire Deville*.......... 256 et 287

Soleil. — Note du *P. Secchi* sur la constitution de l'auréole solaire et sur quelques particularités du tube de Geissler.......... 27 et 79

— Analyse spectrale d'une tache solaire; Note de M. *Rayet*.......... 846

— Note de M. *Faye* sur les travaux de M. *Respighi* pour l'observation spectrale des protubérances solaires.......... 886

— Résultats de quelques observations spectrales du Soleil; Note du *P. Secchi*.... 903

— Remarques de M. *Fizeau* sur quelques erreurs numériques qui semblent s'être glissées dans cette Communication... 1013

— Note du *P. Secchi* contenant une rectification numérique à sa dernière Communication.......... 1062

— Nouvelles remarques de M. *Fizeau* concernant le déplacement des raies spectrales par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur.......... 1062

— Sur le déplacement des raies observées dans le spectre solaire; Note du *P. Secchi*. 1213

— Observations spectroscopiques du Soleil; par M. *Norman Lockyer*.......... 1268

— Renversement de deux lignes du sodium dans le spectre de la lumière d'une protubérance; Note de M. *Rayet*.......... 1333

— Sur deux taches solaires actuellement visibles à l'œil nu; Note de M. *Tremeschini*.......... 340

— Études sur la fréquence des taches du Soleil et sa relation avec la variation de la déclinaison magnétique; Note de M. *Wolf*.......... 741

— Note de M. *Sonrel* sur les taches du Soleil. 1033

— M. *Baudin* adresse un dessin des taches solaires observées le 23 mai, à 7 heures du soir.......... 1193

— Sur les applications utiles de la méthode graphique à la prédiction des éclipses de Soleil; Note de M. *Laussedat*.......... 240

— Remarques sur la dernière éclipse de Soleil observée aux États-Unis; Note de M. *Lockyer*.......... 1390

Soude. — Note de M. *Scheurer-Kestner* sur la composition de la soude brute et les pertes de sodium résultant de l'emploi du procédé Le Blanc.......... 1352

Soufre. — Sur la transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble sous l'influence de la lumière; Note de M. *Lallemand*.......... 182

— Recherches thermiques sur les états du soufre; Note de M. *Berthelot*.......... 941

Source minérale artificielle. — M. *Rouby* adresse sous ce titre une Note accompagnée de figures.......... 134

Spectrale (Analyse). — Sur les spectres des gaz simples; Note de M. *Wülner*.. 125

Pages.

— M. *Faye* fait connaître de nouvelles expériences de M. *Wülner* sur les spectres des gaz 890
— Sur la constitution des spectres lumineux; — Sur le spectre de l'azote; Notes de M. *Lecoq de Boisbaudran*. 144, 974 et 1090
— Sur les spectres de divers ordres de corps simples; Note de M. *Dubrunfaut* 448
— Sur les spectres calorifiques, suite des recherches de M. *Desains* 985
— Le *P. Secchi* fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de faire paraître sur les spectres prismatiques des corps célestes 1021
SUCRES. — Nouvelle Note de M. *Maumené* concernant la nature du sucre interverti. 53
— Note sur la préparation du sucre optiquement neutre; par *le même* 1023
SULFURE DE CARBONE. — Sur les dérivés hydrogénés de ce sulfure; Note de M. *A. Girard* 625
SURSATURATION. — Note de M. *Lefebvre* sur la sursaturation du chlorure de calcium. 684

T

TAM-TAMS. — Note de MM. *Riche* et *Champion* sur la fabrication des tam-tams et des cymbales 85
TARTRATES. — Note de M. *Descamps* sur les tartrates métalliques 813
TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. — Nouveaux détails fournis par M. *Zantedeschi* sur un moyen d'utiliser les courants d'induction qui se produisent dans l'armature extérieure des câbles sous-marins 32
— Effets produits sur les lignes télégraphiques ottomanes par l'aurore boréale du 5 avril; Note de M. *Lacoine* 1008
TÉRATOLOGIE. — Sur une hémitérie de volume observée chez une carpe; Note de M. *Donnadieu* 200
— Nouvelles recherches sur la production artificielle de l'inversion des viscères; Note de M. *Dareste* 761
— Sur un palmier présentant au haut de sa tige une subdivision remarquable : observation faite à Cuba et transmise par M. *Ramon de la Sagra* 650
— Remarques de M. *Guyon* relatives à cette Communication 727
TEXTILES (SUBSTANCES). — Rapport sur un Mémoire de M. *Vetillard* intitulé : « Étude sur les filaments employés dans l'industrie »; Rapporteur M. *Chevreul*.. 1116
THÉRAPEUTIQUE. — Note de M. *Junod* relative à l'histoire des applications médicales de l'air comprimé 54
— M. *Marinier* soumet au jugement de l'Académie un collyre et un injecteur-filtre. 122
— Action qu'exercent sur l'économie les amers et le sulfate de quinine en particulier, dans la guérison des fièvres de tous les degrés; Note de M. *Levert* 123
— Sur l'action de l'hydrate de chloral; Note de M. *Lawson Tait* 324
— Tétanos traumatique guéri par le chloral; Note de M. *Verneuil* 575
— Observations de M. *Nélaton* relatives à cette Communication 576
— Observations de M. *Guyon* également relatives à la Note de M. Verneuil..... 604
— Emploi du bromure de potassium et du bromure de fer comme médicaments; Note de M. *Namias* 882
— Remarques de M. *Balard* sur les essais qu'on pourrait faire avec le bromure de sodium 882
— De la part qui revient au brome dans l'action thérapeutique des bromures; Note de M. *E. Decaisne* 947
— M. Balard communique un extrait d'une Lettre de M. *Castelhaz* sur l'emploi du bromure de sodium comme médicament 1050
— Note de M. *Bonnafont* concernant les divers travaux relatifs à l'appareil de l'ouïe qu'il destine au concours pour les prix de Médecine Montyon 1162
— De l'émétique comme traitement abortif de la variole : nouveau signe diagnostic; Note de M. *Rézard de Wouves* 1215
— Du cuivre contre le choléra au point de vue prophylactique et curatif; Note de M. *Burq* 1220
— Sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde; Note de M. *Morache* 1259
— Sur le traitement de la fièvre typhoïde par l'acide phénique; Lettre de M. *Déclat* 1384
— Note de M. *Gaube* relative à ses précédentes Communications sur l'emploi de la créosote contre la fièvre typhoïde.. 1417
THERMODYNAMIQUE. — Sur les changements d'état d'une vapeur saturée et de son liquide, suivant une ligne adiabatique; Note de M. *Phillips* 548
— Sur l'équivalent mécanique de la chaleur; Note de M. *Violle* 1283

Pages.

THERMO-ÉLECTRICITÉ. — Note de M. *Delaurier* ayant pour titre : « Recherches de thermo-électricité » 238

TOPOGRAPHIE. — Sur les lignes de plus grande pente à déclivité *minimum* ou *maximum*; Note de M. *Breton* (de Champ). 982

TOXICOLOGIE. — Sur la valeur toxique de quelques rosolates; Note de M. *P. Guyot*. 53

— Notes sur la valeur toxique de quelques produits du groupe phénique; par *le même* .... 134 et 877

— Sur la strychnine comme antidote du chloral; Note de M. *Liebreich* 401

— Sur la pathogénie de la stéatose viscérale dans l'intoxication phosphorée; Note de MM. *Parrot* et *Dusart* 529

— Sur l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique et les cyanures; Note de M. *Bonjean* 532

— Emploi du lait comme préservatif des affections saturnines; Note de M. *Didierjean* 1076

TREMBLEMENTS DE TERRE. — Secousses ressenties à Biskra (Algérie du sud), du 16 au 19 novembre inclusivement; Lettre de M. *E. Ollivier* 48

— Sur les trépidations du sol à Nice; Lettre de M. *Prost* à M. Élie de Beaumont... 461

— M. *le Ministre de l'Instruction publique* transmet à l'Académie des documents relatifs à des secousses de tremblement de terre ressenties les unes au Pérou, les autres à Ancône 501

— M. *Boussingault* remarque à cette occasion qu'un assez long intervalle de temps s'est écoulé entre le tremblement de terre de Lima et la dernière éruption du volcan de Puracé 503

— Tremblement de terre et explosions volcaniques constatés dans les Indes néerlandaises depuis le commencement du XVI[e] siècle jusqu'à nos jours; Note de M. *de Backer* 878

TRIBROMHYDRINE. — Étude de ce composé; par M. *Henry* .... 638 et 1290

— Sur les tribromhydrines; Note de M. *Berthelot* 1358

TRICHLORHYDRINE. — Recherches de M. *Berthelot* sur la chlorhydrine et ses isomères 681

TRIÉTYLPHOSPHINE. — Recherches sur de nouveaux dérivés de ce composé; par MM. *Cahours* et *Gal* 1380

TRISECTION DE L'ANGLE. — Une Note de M. *Veggia* sur cette question est, en vertu d'une décision déjà ancienne de l'Académie, considérée comme non avenue 343

— La même décision est rappelée à l'occasion de deux Notes de M. *Laackman* et d'une de M. *Blom* ..... 823, 1024 et 1230

U

URÉE. — De sa formation par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes; Note de M. *Béchamp* 866

URINAIRE (SÉCRÉTION). — Action du sympathique sur cette sécrétion; Note de M. *Peyrani* 1300

V

VACCINE. — Note de M. *E. Decaisne* sur la valeur respective de la vaccine humaine et de la vaccine animale ...... 566 et 611

— M. *Castel* adresse à l'occasion des idées émises dans les Notes de M. E. Decaisne une réclamation de priorité.... 612

VAPEUR D'EAU. — Sur sa décomposition par le fer; indication donnée par M. *H. Sainte-Claire Deville* relativement à quelques expériences en cours d'exécution 834

VAPEUR A L'ÉTAT DE SATURATION; Note de M. *Leloup* 883

VENTILATION. — Ventilation par l'air comprimé, purification et rafraîchissement de l'air nouveau, désinfection de l'air vicié; Note de M. *Piarron de Mondesir*. 732

— Sur un moyen d'assainissement, par le chlorure de fer, de l'air évacué des hôpitaux; Note de M. *Moyret* 884

VERS A SOIE. — Note de M. *Tigri* ayant pour titre : « Du mûrier et du ver à soie considérés en eux-mêmes et dans leurs rapports » 122

— M. *le Secrétaire perpétuel* en présentant une Note de M. *Bellotti* relative à l'Ap-

Pages.

plication de la méthode de M. Pasteur pour la reproduction des graines de vers à soie, lit un passage de cet opuscule 150
— Note de M. *de Plagniol* concernant la maladie dite des *morts-flats*... 176 et 238
— M. le Maréchal *Vaillant* transmet un opuscule de M. *Crivelli* sur la régénération des vers à soie 738
— M. *Dumas*, en présentant au nom de M. *Pasteur* un ouvrage intitulé : « Études sur la maladie des vers à soie, moyen pratique assuré de la combattre et d'en prévenir le retour », donne une idée du contenu de ces deux volumes où se trouve un résumé des travaux accomplis par l'auteur dans les missions qui lui ont été confiées par le Gouvernement..... 773
— Observations sur un insecte parasite qui nuit à la production des graines de vers à soie au Japon ; Note de M. *Guérin-Méneville* 844
— Sur les organismes qui se développent dans les vers à soie atteints de la maladie des morts-flats ; Note de M. *Bordone* 1160
— M. *Dumas* rappelle à cette occasion un Mémoire de M. *Pasteur* relatif à la même question 1161
— Sur les résultats obtenus à Villa-Vicentina, de l'éducation de races françaises de vers à soie ; Lettre de M. *Pasteur* à M. le Maréchal Vaillant............. 1319
VINS. — Nouvelle Note de M. *Scoutetten* sur l'amélioration et la conservation des vins par l'électricité........................ 169
VOL DES INSECTES. — Remarques concernant deux Communications sur ce sujet faites à l'Académie par M. Marey en 1868 et 1869 ; Note de M. *Pettigrew*......... 875
— Réponse de M. *Marey* aux Remarques de M. Pettigrew...................... 1093
VOIX HUMAINE. — Mémoire de M. *Mandl* sur le mécanisme des registres appelés « voix de poitrine » et « voix de tête ». 1162
VOLCANS. — Sur l'état actuel du volcan de Santorin ; Note de M. *Gorceix*........ 274

Z

ZOOLOGIE. — Note de M. *Guyon* accompagnant la présentation d'un opuscule qu'il vient de publier sous le titre de « Histoire naturelle et médicale de la Chique (*Pulex penetrans*) »................ 785
— A l'occasion d'un des faits mentionnés par M. Guyon et relatif à l'expédition française au Mexique, M. *Roulin* signale un autre cas également relatif à l'histoire militaire de l'Amérique du sud........ 792
— Note de M. *Roujou* ayant pour titre : « Note sur le type primitif des Mammifères »......................... 954
— Sur des Cyprins dorés monstrueux ; Note de M. *Pouchet*.................. 1157
— Note de M. *Duchemin* intitulée : « Singulière cause de la mortalité des carpes d'un vivier »............... 823 et 1009
— Note de M. *Wade* relative au fait cité par M. Duchemin.................. 1023
— Note de M. *d'Esterno* sur une circonstance particulière qui s'observe constamment par rapport à ce fait et en fournit l'explication................ 1023
— M. *le Secrétaire perpétuel* présente des nouvelles parties des recherches de M. *F. Plateau* sur les Crustacés d'eau douce de la Belgique, et donne une idée de ce travail en lisant un extrait de la Lettre d'envoi...................... 804
— Sur la disposition des pores ou orifices afférents dans la *Cliona celata*, Grant ; Note de M. *L. Vaillant*............. 41
— Étude sur la morphologie des Mollusques ; deuxième Note de M. *Lacaze-Duthiers* : Asymétrie des *Gastéropodes*......... 43
— Troisième Mémoire sur les Mollusques, par *le même* : Acéphales lamellibranches............................. 102
— Développement et mœurs du *Phylloxera vastatrix* ; Note de M. *Anez*......... 135
— Recherches sur les affinités naturelles de l'Æpiornis ; par M. *Bianconi*......... 162
— Remarques de M. *Duméril* relatives à un ouvrage de M. Bianconi intitulé : *Specimina Zoologica Mosambicana*....... 173
— M. *Colin* adresse un complément de son travail sur les trichines et la trichinose............................. 176
— Réponse de M. *Van Beneden* à quelques-unes des observations de M. Balbiani concernant l'œuf des Sacculines...... 197
— Sur le genre *Asterostoma*, de la famille des Échinocorydées ; Note de M. *Cotteau*............................. 271
— Sur quelques Mammifères du *Thibet* oriental ; Note de M. *Alph.-Milne Edwards*........................... 341

Pages.

— M. *Milne Edwards* présente à cette occasion quelques remarques concernant la collection zoologique formée dans le Thibet oriental par M. l'abbé *Armand David*........................... 342
— Transformation des nids de l'hirondelle de fenêtres; Note de M. *Pouchet*...... 492
— M. *Milne Edwards* communique une Lettre de M. *A. David* annonçant la découverte d'une nouvelle espèce de Crossoptilon 538
— M. *Nigra* transmet un ouvrage de M. *A. Issel* intitulé : « Malacologia del mar Rosso ».......................... 738
— M. *Milne Edwards* présente de la part de son fils la trentième livraison de l'ouvrage sur les Oiseaux fossiles......... 767
— Création d'une race blanche d'Axolotls à la Ménagerie des reptiles du Muséum d'Histoire naturelle, et remarques sur la transformation de ces Batraciens; Note de M. *Duméril*..................... 782
Voir aussi l'article *Animaux domestiques*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

ABICH est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant.................. 204 et 417

ADELINE. — Note relative à l'influence du cuivre, comme préservatif du choléra.. 385

AKIN. — Réclamation de priorité au sujet de la méthode calorimétrique employée par M. *Jamin*, et attribuée ensuite à M. *Pfaundler*...................... 1403

ALLEGRET. — Remarques sur la représentation géométrique des fonctions elliptiques de première espèce à module arbitraire.................... 169 et 416

— Note sur l'existence de nouvelles classes renfermant chacune un nombre illimité de courbes algébriques planes, dont les arcs offrent une représentation exacte de la fonction elliptique de la première espèce.................... 1032 et 1193

— Note sur une propriété particulière de la cassinoïde à trois foyers

$$\rho^6 - 2m\rho^3 \cos 3\theta = \pm 1$$

.... 1077

AMAURY. — Sur la chaleur spécifique de l'eau entre zéro et 100 degrés; — Sur la chaleur spécifique des mélanges d'alcool et d'eau. (En commun avec M. *Jamin*.).................... 661 et 1237

AMIRAUTÉ ANGLAISE (L') adresse un exemplaire des cartes publiées par le Bureau hydrographique, depuis le mois d'avril 1869 jusqu'au mois de février 1870. 567

ANDRAL. — Note sur la température des nouveau-nés...................... 825

ANDRÉ. — Observation d'un bolide, faite à l'Observatoire de Paris. (En commun avec MM. *Wolf* et *Capitaneano*.) 442

— Expériences sur la vitesse de propagation du son dans l'eau d'une conduite en fonte de $0^m,80$ de diamètre........... 568

MM. Pages.

ANEZ. — Note concernant le développement et les mœurs du *Phylloxera vastatrix*.............................. 135

ANGSTROM est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.......... 54, 136 et 1143

ANONYMES. — L'Académie, d'après un usage constant, considère comme non avenue toute pièce dont l'auteur voudrait taire son nom; cependant, pour des Mémoires destinés à certains concours, les auteurs, qui ne doivent pas se faire connaître tant que le Prix n'a pas été décerné, sont tenus de placer leur nom sous pli cacheté. L'indication de ces Mémoires se trouvera à la Table précédente à l'article *Anonymes* (*Communications*).

On trouvera également sous la même rubrique les titres de certaines pièces dont les auteurs se sont crus, à tort, dans l'obligation de mettre leur nom sous pli cacheté.

ANTOINE. — Mémoire sur les propulseurs hélicoïdaux.......................... 801

AOUST. — Sur les roulettes en général.... 978

— M. *Aoust* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Géométrie par le décès de M. *Lamé*. 1164 et 1326

— M. *Aoust* adresse l'ensemble de ses Mémoires sur la théorie des coordonnées curvilignes, réunis en un volume..... 1220

AUBÉ. — Mémoire portant pour titre : « Sur un mode préventif de l'idiotisme ».... 1219

AUBERT (L.). — Mémoire sur les solides soumis à la flexion. Erreurs des rapports $\frac{1}{ab^8}$ de Navier; — Méthode pour vérifier les formules........ 1023 et 1219

B

MM. Pages.

BACKER (de). — Tremblements de terre et explosions volcaniques constatés dans les Indes néerlandaises, depuis le commencement du XVI[e] siècle jusqu'à nos jours........ 878

BAILLE. — Détermination de l'intensité magnétique terrestre en valeur absolue. (En commun avec M. *Cornu*.)........ 1337

BAILLON. — Sur la dissémination des noyaux du *Dorstenia Contrayerva*........ 799

— Observations relatives aux crêtes de glace qui ont été signalées sur des tiges de végétaux........ 877

BALARD. — Observations relatives à une communication de M. *Namias*, sur l'emploi, comme médicaments, du bromure de potassium et du bromure de fer.... 882

— M. *Balard* communique un extrait d'une Lettre de M. *Castelhaz*, sur l'emploi thérapeutique du bromure de sodium.. 1050

BARRACANO. — Documents concernant une méthode de traitement du choléra........ 176 et 1123

BARTHÉLEMY. — Sur la congélation de l'eau et des solutions gazeuses saturées ou non saturées........ 146

BAUDIN demande et obtient l'autorisation de retirer un instrument précédemment déposé par lui et désigné sous le nom de *thermodilatomètre*........ 416

— M. *Baudin* adresse un dessin de taches solaires observées le 23 mai, à 7 heures du soir........ 1193

BAUDRIMONT. — Note relative à une méthode de préparation de pierres précieuses artificielles........ 119

— Observations sur la constitution de la flamme du bec de gaz désignée sous le nom de *papillon*........ 1138

BÉCHAMP. — De la nature et de l'origine des globules du sang (En commun avec M. *Estor*.)........ 265

— Sur la formation de l'urée par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes........ 866

— Sur les microzymas géologiques de diverses origines........ 914

— Sur les produits de la fermentation de l'acide pyrotartrique et de ses homologues........ 999

— Sur la préparation de l'acide pyrotartrique........ 1000

— Note relative aux expériences projetées par l'auteur, concernant l'existence des *microzymas* dans les roches........ 1164

BECQUEREL. — Huitième Mémoire sur les phénomènes électro-capillaires : de la cause des courants musculaires, nerveux, osseux et autres........ 68

— Mémoire sur la production des courants électro-capillaires dans les os et dans le cerveau........ 345

— Forces électromotrices de diverses substances, telles que le carbone pur, l'or, le platine, etc., en présence de l'eau et de divers liquides........ 480

— Mémoire sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux et de l'eau distillée........ 961

— Mémoire sur les effets électriques produits au contact des métaux inoxydables et des acides et dissolutions salines, neutres et saturées, et sur les affinités capillaires........ 1313

— Remarques sur une Lettre de M. *Is. Adams* relative à un nouveau procédé pour le nickelisage........ 124

— Note relative au dépôt du nickel sur les métaux........ 137 et 181

— Observations relatives à une Communication de M. *Lamy*, sur une nouvelle espèce de thermomètres........ 396

BECQUEREL (Edm.). — Note sur la détermination des forces électromotrices faibles........ 74 et 181

BELGRAND. — Note ayant pour titre : « Le bassin parisien aux âges antéhistoriques »........ 1080

BENNET est porté, à deux reprises, par la Section de Médecine et de Chirurgie, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant........ 1230 et 1417

BERGEON. — Rôle important de la glande lacrymale dans la respiration........ 88

BERNARD (Claude), Président de l'Académie pendant l'année 1869, lui rend compte, avant de quitter le fauteuil, de l'état ou se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, puis des changements survenus parmi ses Membres et ses Correspondants pendant l'année qui vient de s'écouler........ 14

BERT. — Influence de la lumière verte sur la sensitive........ 338

BERTHELOT. — Nouvelle méthode pour la synthèse des acides organiques........ 256

— Sur la trichlorhydrine et ses isomères.. 681

MM. Pages.

— Recherches thermiques sur les états du soufre.............................. 941
— Sur les tribromhydrines............... 1358
BERTIN. — Mémoire sur la houle et le roulis.................................. 802
BERTIN (E.) adresse au concours, pour les prix de Médecine et de Chirurgie, un ouvrage intitulé : « Étude critique de l'embolie dans les vaisseaux veineux et artériels »........................ 1123
BERTRAND. — Sur la démonstration relative à la somme des angles d'un triangle.... 17
— Rapport sur un Mémoire de M. *Moutard*, relatif à la théorie des équations différentielles partielles du second ordre... 1068
— M. *Bertrand* fait hommage à l'Académie du second volume de son « Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral ». 281
BIANCONI. — Recherches sur les affinités naturelles de l'Æpyornis............. 162
BILLANT. — Note relative aux expériences faites récemment par M. *Huggins*, pour constater la chaleur émise par les corps célestes.............................. 566
BILLET est porté, à diverses reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant.............. 54, 136 et 1143
BISCHOFF (G.) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant........... 204 et 417
BISCHOFF (Th. Lud. Wil.) est présenté, par la Section d'Anatomie et de Zoologie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant........... 1418
BLANQUI. — Lettre relative à un instrument qui permet de résoudre les triangles sphériques sans le secours des Tables de logarithmes. — Plans et description de cet instrument........... 611 et 738
BLASERNA. — Sur l'état variable du courant électrique et les extracourants....... 154
BLOM. — Mémoire sur la trisection de l'angle. 1024
BLONDÉ. — Note concernant diverses questions d'hygiène et de médecine....... 823
BLONDLOT. — Nouvelles recherches sur le phosphore noir..................... 856
BOILEAU. — Mémoire sur la détermination du travail latent dans les systèmes à mouvements uniformes ou uniformément périodiques........................ 838
BOILLOT. — Note relative au *postulatum* d'Euclide.......................... 90
BOILLOT (A.). — Synthèse de l'acide sulfhydrique.......................... 97

MM. Pages.

BOISSIER (A.). — Mémoire intitulé : « Du pyrogène ou de l'esprit du feu »...... 673
BONHORST. — Note sur un système de navigation aérienne.................... 1123
BONJEAN. — Sur l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique et les cyanures.... 532
— M. *Bonjean* prie l'Académie d'admettre au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie sa Communication sur l'acide prussique.................... 1163
BONNAFONT donne lecture d'une Note sur un appareil destiné à diriger les injections dans la trompe d'Eustache et la caisse du tympan.................. 918
— Notice sur les divers travaux relatifs à l'appareil de l'ouïe que M. *Bonnafont* destine au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie............ 1162
BONTEMPS. — Lettre accompagnant l'envoi fait à l'Académie des manuscrits laissés par le physicien *Charles*............. 239
BORDONE. — Note relative au renouvellement et à la purification de l'air des hôpitaux............................ 802
— Sur les organismes qui se développent dans les vers à soie atteints de la maladie des morts-flats.................. 1160
BOTELLA (de). — Sur deux faits contemporains de soulèvement graduel du sol... 1141
BOUCHOTTE. — Simplification de la machine électrique de Holtz et procédé d'évaluation du rapport existant entre le travail dynamique dépensé et l'électricité produite............... 249 et 993
BOUÉ (Ami) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant.............. 204 et 417
BOUILLAUD. — Quelques remarques au sujet d'une Note de M. *Wœstyn*, sur les précautions prises, dans les hôpitaux, pour désinfecter l'air expulsé des salles. 562
BOULEY. — Communication relative aux cas de rage constatés en France dans la période de 1863 à 1868, d'après l'enquête instituée par le Ministre de l'Agriculture. 701
BOURBOUZE. — Note sur un galvanomètre vertical à fléau....................... 616
BOURGET. — Sur le développement algébrique de la fonction perturbatrice.... 507
BOURGOGNE. — Sur un orage qui a éclaté le 29 mai aux environs d'Alais........ 1306
BOURGOIN. — Sur la cause de l'inégalité des pertes d'acide oxalique dans le voisinage des pôles; nature de l'acide oxalique en dissolution dans l'eau........ 191

MM. Pages.

— Faits pour servir à l'histoire de l'acide azotique.... 811

BOUSSINESQ. — Essai sur la théorie de l'écoulement d'un liquide par un orifice en mince paroi.... 33, 177 et 1279

— Rapport sur ce Mémoire; Rapporteur M. *de Saint-Venant*.... 360

— Intégration de l'équation différentielle qui peut donner une deuxième approximation, dans le calcul rationnel de la poussée exercée contre un mur par des terres dépourvues de cohésion.... 751

BOUSSINGAULT. — Observation relative à l'époque de l'éruption du volcan de Purace rapprochée de celles où se sont manifestés divers tremblements de terre. 503

— Observations relatives à une Communication de M. *Gruner*, sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés.... 575

— Observations relatives à une Communication de M. *Melsens*, sur la vitalité de la levûre de bière.... 632

BOWEN. — Suite à une Communication précédente sur la distance du Soleil.... 611

BOWMAN est porté, à deux reprises, par la Section de Médecine et de Chirurgie sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant.... 1230 et 1417

BRACHET. — Note concernant une « Solution de l'éclairage électrique, déduite des observations ophthalmo-photogéniques ».... 919

BRANDT est présenté, par la Section d'Anatomie et de Zoologie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant.... 1418

BRETON (DE CHAMP). — Sur les lignes de plus grande pente à déclivité *minimum* ou *maximum*.... 982

BRIOSCHI. — Sur la bissection des fonctions hyperelliptiques.... 504

BRONGNIART appelle l'attention de l'Académie sur un ouvrage de M. *Kirschleger* intitulé : « Flore vogéso-rhénane ».... 135

— Rapport sur un Mémoire de M. *B. Renault*, intitulé : « Études sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun ». 1070

— M. *Brongniart* présente, de la part de M. *Schimper*, la première partie du second volume du « Traité de Paléontologie végétale ».... 1254

BURQ. — Mémoire intitulé : « Métallothérapie. Du cuivre contre le choléra au point de vue prophylactique et curatif ».... 1220

BUSSY. — Remarques à l'occasion d'une Communication de MM. *Jamin* et *Amaury* sur la chaleur spécifique des mélanges d'alcool et d'eau.... 1242

— Observations relatives à une Communication de M. *Jamin*, sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides.... 1312

C

CAHOURS. — Rapport sur les travaux de M. *A. Houzeau* relatifs à l'ozone.... 369

— Recherches sur de nouveaux dérivés platiniques des bases phosphorées. (En commun avec M. *Gal*.).... 897

— Recherches sur de nouveaux dérivés de la triéthylphosphine. (En commun avec M. *Gal*.).... 1380

CAILLETET. — Sur la compressibilité des gaz à hautes pressions.... 1131

CALIGNY (DE) prie l'Académie de vouloir bien rappeler dans ses *Comptes rendus* les deux prix fondés par M. le marquis d'Ourches, et qui pourront être décernés par l'Académie de Médecine aux auteurs de moyens certains pour prévenir les inhumations précipitées. Le délai fixé est de cinq ans, à partir du 22 avril 1868. 1068

CALVERT. — Sur l'oxydation du fer.... 453

CAMPANA. — De la texture et des caractères différentiels du poumon chez les oiseaux. .... 458 et 525

CAUSARD prie l'Académie de considérer comme non avenues les pièces qu'il lui a adressées pour le concours relatif aux applications de l'électricité à la thérapeutique.... 177

CAPITANEANO. — Observation d'un bolide, faite à l'Observatoire de Paris. (En commun avec MM. *Wolf* et *André*.).... 442

CARON. — Sur la dissolution des gaz réducteurs par le fer et les carbures de fer en fusion.... 451

— De la cause du rochage des carbures de fer et des étincelles produites par ces métaux. Nouvelles propriétés du fer.... 1263

CARUSO adresse deux ouvrages imprimés en italien, sur la culture des céréales et de la vigne dans l'Italie méridionale.... 342

CASTEL. — Réclamation de priorité, au su-

MM. Pages.

jet des opinions énoncées par M. *E. Decaisne,* sur la vaccine et la variole.... 612
CAVE. — Sur le placenta central libre des Primulacées........................ 523
CAVE-THOMAS. — Mémoire ayant pour titre : « Théorie esthétique de la lumière »........................... 919
CAZIN. — Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique. (En commun avec M. *Lucas*.)..... 923 et 1342
CHAMARD. — Notes et Lettre concernant la direction des aérostats. 91, 176 567 et 1163
CHAMPION. — Fabrication des tam-tams et des cymbales. (En commun avec M. *Riche*.)......................... 85
— Nouveau procédé de préparation de l'acide bromhydrique. (En commun avec M. *Pellet*.)......................... 620
CHAMPOUILLON. — Mémoire sur la « Statistique officielle relative aux propriétés thérapeutiques des eaux minérales. ».. 323
CHANCEL. — Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture, par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres. (En commun avec M. *Martins*.) .... 1149 et 1251
CHAPELAS. — Recherches sur les centres de moyenne position des étoiles filantes. 763
— Note sur le bolide du 19 avril 950
— Sur l'aurore boréale du 20 mai......... 1141
CHARRIÈRE. — Note concernant un moyen simple pour diminuer les chances de glissement des échelles.............. 823
CHASLES fait connaître un théorème concernant la théorie des surfaces, de M. *Spottiswoode*................... 651
— Nouvel énoncé d'un théorème de M. *Spottiswoode*.......................... 955
— M. *Chasles* présente, de la part de M. le prince *Boncompagni,* plusieurs numéros du « Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche ». Ag. Déc. 1869......... 343, 955 et 1308
— M. *Chasles* présente, à l'Académie le premier numéro, puis le second du « Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques », qui fait partie de la Bibliothèque des Hautes Études .... 567 et 956
— M. *Chasles* fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. *Cremona,* d'un Mémoire sur les trente-sept droites d'une surface de troisième ordre...... 955
— M. *Chasles* est nommé Membre de la Commission centrale administrative pour 1870............................. 13
CHATIN. — Causes de la déhiscence des anthères ; rôle de la deuxième membrane................. 201, 410 et 644
CHAUTARD. — Sur le sens des courants induits à l'aide des décharges électriques. 1403
CHÉRON. — État de la contractilité musculaire, jugé comparativement au moyen des courants continus et des courants d'induction, dans un certain nombre de paralysies : conséquences qui en résultent..................................... 1186
— Recherches sur les propriétés fonctionnelles des nerfs et des muscles pendant la vie intra-utérine. (En commun avec M. *Goujon*.)....................... 1220
CHEVREUL. — Observations relatives à une Communication de M. *Calvert*, sur l'oxydation du fer....................... 455
— Rapport sur un Mémoire de M. *Vétillard*, intitulé : « Étude sur les filaments végétaux employés dans l'industrie ».... 1116
— M. *Chevreul* fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. *Reiset,* d'un ouvrage intitulé : « Milon, — sa vie, ses travaux de chimie et ses études économiques et agricoles sur l'Algérie »............. 135
CLAUSIUS. — « Sur une quantité analogue au potentiel et sur un théorème y relatif ». 1314
CLOEZ. — Étude chimique de l'eucalyptol. 687
— Réclamation de priorité pour la découverte des éthers cyaniques et cyanuriques........................... 1172
CLOS. — De la génération des verticilles des axes floraux chez les Alismacées...... 1416
COHN. — Sur une nouvelle espèce de *Peronospora,* parasite des Cactus. (En commun avec M. *Lebert*.).................. 1300
COLIN. — Note ayant pour titre : « L'intelligence des animaux est-elle en rapport avec le développement des centres nerveux ? »......................... 106
— Complément à un précédent travail « Sur les trichines et la trichinose »........ 176
COLLEY. — Action des haloïdes libres et de quelques chlorures sur la glucose..... 401
COLOMBA et RAVIZZA adressent une collection d'échantillons de substances exploitables, recueillis dans le Valsoda.. 1122
COMBES. — Note accompagnant la présentation de la troisième édition de l' « Introduction à la Mécanique industrielle » de *Poncelet*........................ 1252
COMBESCURE. — Mémoire sur quelques questions que l'on peut rattacher à la théorie des lignes isothermes permanentes......................... 324
— Sur quelques formes différentielles..... 1164
COMITÉ FORMÉ A SAINT-PÉTERSBOURG (LE),

MM. Pages

pour ériger par souscription un monument à l'amiral *de Krusenstern*, invite l'Académie à prendre part à cette souscription........ 1124

CORDIER prie l'Académie de vouloir comprendre son ouvrage sur les Champignons parmi les pièces du concours pour le prix Desmazières........ 239

CORNALIA, nommé à une place de Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie........ 91

CORNU. — Sur un résultat annoncé par M. *Croullebois* au sujet de l'indice de réfraction de l'eau........ 989

— Sur les intervalles mélodiques et harmoniques. (En commun avec M. *Mercadier*.)........ 1168

— Détermination de l'intensité magnétique terrestre en valeur absolue. (En commun avec M. *Baille*.)........ 1337

COSTE est élu Vice-Président pour 1870... 13

COTTEAU. — Sur le genre *Asterostoma*, de la famille des Échinocorydées........ 271

COUMBARY. — Chute d'un aérolithe à Mourzouc (Barbarie), le 25 décembre 1869.. 649

COUTARET. — Recherches sur la digestion artificielle des féculents par la maltine. 382

CROULLEBOIS. — Sur les variations de l'indice de réfraction de l'eau avec la température........ 847 et 918

— Réponse aux objections de M. *Jamin*.... 1022

D

D'ABBADIE. — Sur la division décimale de l'angle et du temps........ 1111

— Observations relatives à une Communication de M. *Wolf*, sur la division décimale des angles et du temps........ 1221

DANA est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant........ 204 et 417

DANIEL. — Action du magnétisme sur les gaz raréfiés........ 183

— Action du magnétisme sur deux courants passant simultanément à travers les gaz raréfiés........ 808

DARBOUX. — Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre........ 675

— Sur la théorie des équations aux dérivées partielles........ 746

— Sur la surface des centres de courbure d'une surface algébrique........ 1328

DARESTE. — Sur les circonvolutions du cerveau........ 193

— Nouvelles recherches sur la production artificielle de l'inversion des viscères.. 761

DARGET. — Lettre concernant les travaux de géométrie qu'il a adressés précédemment à l'Académie........ 177

DARMSTAEDLER. — Sur une nouvelle combinaison phosphorée. (En commun avec M. *Henninger*.)........ 404

DARWIN est présenté par la Section de Zoologie comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant...... 1418

D'AVEZAC fait hommage à l'Académie d'une brochure ayant pour titre : « Les navigations terre-neuviennes de Jean et Sébastien Cabot »........ 170

— M. *D'Avezac* présente, au nom de l'auteur, la dernière partie du travail du P. *Bertelli*, concernant la Lettre sur l'aimant de Pierre Pélerin de Maricourt. 1078

DAVID (A.) — Lettre sur la découverte d'une nouvelle espèce de Crossoptilon....... 538

DEBRAY. — Note sur l'essai d'argent contenant du mercure........ 849

— Note sur la solubilité du chlore, de l'iodure et du bromure d'argent dans les sels de mercure........ 995

DECAISNE est nommé Membre de la Commission administrative pour 1870..... 13

DECAISNE (E.) — Note concernant la valeur respective de la vaccine humaine et de la vaccine animale........ 566 et 611

— De la part qui revient au brome dans l'action thérapeutique des bromures... 947

— Note intitulée : « La machine à coudre et la santé des ouvrières »........ 1096

— M. *Decaisne* prie l'Académie de vouloir bien admettre cette Note au concours pour le prix dit des Arts insalubres... 1123

DECHARME. — Aurore boréale observée à Angers........ 818

DECHEN (DE) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant........ 204 et 417

DÉCLAT. — Lettre relative au traitement de la fièvre typhoïde par l'acide phénique. 1384

DE LA RIVE. — Observations relatives à quelques Communications récentes concernant l'action du magnétisme sur les gaz raréfiés........ 286

DELAUNAY. — Sur la constitution physique de la Lune........ 57

MM. Pages.

— Rapport sur un travail de M. *Puiseux* ayant pour titre : « Mémoire sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune » 111
— Note concernant la découverte d'une nouvelle planète à l'observatoire de Marseille 885
— M. *Delaunay* présente à l'Académie la collection des numéros du « Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris » pour le mois d'avril 1870... 1051

DELAURIER. — Mémoire intitulé : « Expériences sur l'électricité : objections à la théorie électrochimique » 121
— Recherches sur la thermo-électricité.... 238
— Note relative à la production de la lumière électrique par les bobines d'induction.. 342
— Mémoire relatif à une nouvelle théorie générale de la production de l'électricité statique et dynamique 384
— Description d'une pile destinée aux sonneries et à la télégraphie 1101
— Note relative à un paradoxe apparent sur la production de l'électricité dynamique 1417

DE LUCA. — Recherches chimiques et thérapeutiques sur l'eau thermominérale de la solfatare de Pouzzoles 408

DEMARQUAY. — Sur la reproduction et la réunion des tendons divisés 533

DEMOGET. — Description d'un nouvel appareil électro-magnétique 333

DENZA. — Aurore boréale et autres phénomènes météorologiques observés dans le Piémont, le 3 janvier 1870 465
— Pluie de sable arrivée en Italie, du 13 au 14 février 1870 534

DESAINS. — Recherches sur les spectres calorifiques 985

DESCAMPS. — Sur les tartrates métalliques. 813

DES CLOIZEAUX. — Note sur quelques dérivés cristallisés des hydrocarbures de la houille 587
— Sur la forme clinorhombique de l'oxyde rouge de mercure 830
— Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques d'une combinaison de protochlorure de platine et de triéthylphosphine analogue au sel de Magnus.. 970
— Sur les propriétés optiques du benzile et de quelques corps de la famille du camphre à l'état de dissolution 1209

DESNOYERS (J.). — Sur l'analyse et les applications de la gaize. (En commun avec M. *H. Sainte-Claire Deville*.) 581

DESPRÉS adresse au concours pour le prix de Physiologie expérimentale, une « Étude sur l'anatomie et la physiologie du col de l'utérus » 442

D'ESTERNO. — Note relative au fait cité par M. *Duchemin*, sur une cause de mortalité des carpes 1023

D'ESTOQUOIS. — Note sur le mouvement des liquides 883

DIDIERJEAN. — Note sur l'emploi du lait, comme préservatif des affections saturnines 1076

DIDON. — Sur un mode d'approximation des fonctions de plusieurs variables 749

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE IMPÉRIAL (M. LE) adresse les volumes parus des *Annales de l'Observatoire* qui manquent à la bibliothèque de l'Institut. 1320

DIRECTEUR DE L'INSTITUT ROYAL MÉTÉOROLOGIQUE DES PAYS BAS (M. LE) adresse à l'Académie un exemplaire de l'Annuaire météorologique des Pays-Bas pour l'année 1869 (1re partie) 674

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES DOUANES (M. LE) adresse le tableau général du commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères pendant l'année 1868 ; — Et le tableau des mouvements du cabotage pendant la même année .... 149 et 1124

DITTE. — Des propriétés de l'acide iodique. 621
— Recherches thermiques relatives à l'acide iodique 935

DOMEYKO est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant .... 204 et 417

DONDERS est porté, à deux reprises, par la Section de Médecine et de Chirurgie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant .... 1230 et 1417

DONNADIEU. — Sur une hémitérie de volume observée chez une carpe 200

DOVE est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant .... 54, 136 et 1143

DRACH soumet au jugement de l'Académie deux volumes manuscrits contenant diverses Tables numériques. Ces volumes seront soumis à l'examen de la Section de Géométrie .... 1022 et 1077

DRIVET. — Note relative à un nouveau moyen de purifier l'air par filtration... 1163

DROUET. — Note sur le traitement du choléra par le collodion riciné 1326

MM. Pages.

DROUYN DE LHUYS. — Lettre sur la découverte faite au cap de Bonne-Espérance, d'un insecte qui attaque la vigne. 91
DUBOUX. — Nouveau signe de la mort..... 1307
DUBRUNFAUT. — Note sur la nature de l'ozone........ 159
— Sur les spectres de divers ordres des corps simples........ 448
— Remarques sur les couleurs des gaz raréfiés soumis à l'analyse spectrale...... 511
— Sur la loi de dilatation des gaz......... 754
DUCHARTRE. — Analyse de deux articles publiés dans un journal grec par M. *Koressios*, sur la maladie actuelle de la vigne........ 696
— Observations sur le retournement des Champignons........ 776
DUCHEMIN. — Note intitulée : « Singulière cause de la mortalité des carpes d'un vivier »; — Supplément à cette Note. 823 et 1009
— Description d'une nouvelle pile marine.. 1218
DUCLAUX. — Sur la formation des gouttes liquides........ 933
DUFOUR. — Note relative à des perturbations magnétiques observées par de Saussure, au col du Géant, avant le terrible orage de 1788........ 1373
DUMAS. — M. *Dumas* communique une Lettre de M. *Gaiffe*, relative à un nouveau procédé de nickelisage, dû à M. *Is. Adams*. 123
— En réponse à des remarques faites par M. *Becquerel* à l'occasion de cette Communication, M. *Dumas* fait observer que l'intérêt qu'elle présente repose non sur la priorité du procédé de nickelisation qui est bien acquise à son savant confrère, mais sur un fait nouveau, sur le rôle fâcheux que joue dans l'opération galvanoplastique la moindre trace de potasse, de soude ou d'un métal alcalinoterreux........ 125
— M. *Dumas* communique à l'Académie des documents adressés par M. *H. Bouilhet*, par M. *de Jacobi* et par M. *Klein*, sur la production des dépôts galvaniques de nickel........ 1386
— Observations à propos d'une Communication du *P. Secchi*, sur les modifications apportées par le magnétisme dans la lumière émise par les gaz raréfiés....... 433
— Remarques à propos d'une Note de M. *Wœstyn*, sur les précautions prises, dans les hôpitaux, pour désinfecter l'air expulsé des salles........ 562
— M. *Dumas* présente à l'Académie, au nom de M. *Pasteur*, un ouvrage intitulé « Études sur la maladie des vers à soie ». 773
— Observations relatives à une Communication de M. le Maréchal Vaillant sur le prénom de *Georges Cuvier*........ 804
— M. *Dumas* signale à l'Académie le Rapport fait par M. *Frankland*, au nom d'une Commission anglaise, sur la purification des cours d'eau souillés par les égouts des villes........ 1054
— Observations relatives à une Communication de MM. *Martins* et *Chancel*, intitulée : « Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture, par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres........ 1152
— A l'occasion d'une Communication de M. *Bordone*, sur les organismes qui se développent dans les vers à soie atteints de la maladie des morts-flats, M. *Dumas* rappelle un passage de l'ouvrage de M. *Pasteur*, relatif à la même question. 1161
— Observations relatives à une Communication de MM. *Friedel* et *Ladenburg*, sur l'acide silicopropionique........ 1412
— M. *Dumas*, en sa qualité de Secrétaire perpétuel, annonce la perte que les Sciences viennent de faire dans la personne de M. *E. Sismonda*, Secrétaire de l'Académie de Turin........ 978
— M. *le Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie que le tome LXVIII de ses *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat........ 473
— M. *le Secrétaire perpétuel* informe l'Académie que la deuxième partie du tome XXXVII de ses « Mémoires » est en distribution au Secrétariat........ 825
— M. *le Secrétaire perpétuel* présente à l'Académie une Note de M. *Bellotti* portant pour titre : « Application de la méthode de M. Pasteur pour la reproduction des graines indigènes de vers à soie ».. 150
— M. *le Secrétaire perpétuel* appelle l'attention sur un « Compte rendu des éducations précoces des vers à soie faites en 1870, dans la magnanerie expérimentale du Comice agricole du canton de Ganges (Hérault) »........ 1078

M. *le Secrétaire perpétuel* signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance les ouvrages suivants :

— Un opuscule de M. *A.-W. Williamson* sur la théorie atomique; un volume de M. *Berthoud* intitulé : « Les Petites chroniques de la science »; une brochure de M. *A. de Lourmel* sur « le tir et la chasse »........ 91
— « L'année scientifique et littéraire » de M. *L. Figuier*; « La connaissance pra-

MM. Pages.

tique du cheval », par M. *Vial;* « Les oiseaux utiles et les oiseaux nuisibles », par M. *de la Blanchère;* le « Dictionnaire vétérinaire », par MM. *Barral* et *Féliz;* « Les prairies et les plantes fourragères », par M. *Vianne*............ 150
— Une brochure de M. *Ramon de la Sagra,* « Description et culture de l'ortie de la Chine »; l'« Annuaire scientifique » de M. *Dehérain* (neuvième année) »...... 240
— Une série d'opuscules de M. *Martin de Brettes* sur le tir des canons contre le blindage des navires............... 501
— La neuvième année des « Causeries scientifiques » de M. *de Parville,* des « Études sur la betterave à sucre », par M. *Mehay;* un Mémoire de M. *Boudier* sur les Ascobolés; une Note de M. *Brébant* intitulée « La question des égouts à Reims »; une de M. *Rezard de Wouves* « sur les causes de l'abandon et de la mortalité des nouveau-nés »......... 738
— Une brochure de M. *de la Blanchère* portant pour titre : « L'esprit des poissons »............................ 1164
— Un Traité des maladies des femmes, par M. *West,* traduit de l'anglais par M. *Mauriac;* un ouvrage de M. *Van Dommelen* sur les moyens de transport des blessés et malades en temps de guerre............................ 1267
— Un opuscule de M. *Poelman* sur le « Travail fonctionnel chez l'homme »....... 1385
— Une « Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'infralias dans le sud et le sud-est de la France », par M. *Dieulafait*.. 1385

DUMÉRIL. — Remarques relatives à un ouvrage de M. *Bianconi,* intitulé « Specimina zoologica mosambicana »........ 173
— Sur la présence, chez les Raies du genre Céphaloptère, d'organes particuliers de l'appareil branchial................. 491
— Création d'une race blanche d'Ascolotls à la Ménagerie des Reptiles du Muséum d'histoire naturelle, et remarques sur la transformation de ces Batraciens...... 782
— M. *Duméril* fait hommage à l'Académie de deux brochures qu'il vient de publier, sur le Lépidosiren, le Protoptère et les Dipnés en général.................. 971
DUMÉRY. — Note comparative des résultats obtenus et à obtenir sur les chemins de fer de la traction par laminage, dite *à rail central*....................... 113
DUPUIS adresse quelques observations relatives à la confusion qu'on a faite souvent entre le physicien *J.-A.-C. Charles* et le géomètre *J. Charles.* — Documents historiques sur ces deux savants...... 503
— M. *Dupuis* soumet au jugement de l'Académie une description de son levier hydraulique........................ 1325
DURAND CLAYE et MILLE. — Résultats des expériences pour l'utilisation des eaux d'égout déversées dans la Seine....... 759
DURANDE. — Sur les surfaces du quatrième ordre............................ 920
DUSART. — Sur la pathogénie de la stéatose viscérale dans l'intoxication phosphorée. (En commun avec M. *Parrot.*)....... 529

E

EDWARDS (MILNE). — Observations relatives à la collection zoologique formée dans le Thibet oriental par M. l'abbé *Armand David*.................... 342
— M. *Milne Edwards* communique l'extrait d'une Lettre de M. *A. David,* annonçant la découverte d'une nouvelle espèce de *Crossoptilon,* qu'il désigne sous le nom de *C. cærulescens*................. 538
— M. *Milne Edwards* présente, de la part de son fils, M. *Alph.-Milne Edwards,* la 30e livraison de l'ouvrage « Sur les oiseaux fossiles »................... 767
EDWARDS (ALPH.-MILNE). — Note sur quelques Mammifères du Thibet oriental.. 341
— Observations sur la faune ornithologique du Bourbonnais pendant la période tertiaire moyenne..................... 557
ÉLIE DE BEAUMONT. — Remarques à l'occasion d'une Communication de MM. *Roujou* et *Julien,* concernant des stries observées sur des blocs de grès de Fontainebleau, etc. 539
— Observations relatives à une Communication de MM. *H. Sainte-Claire Deville* et *J. Desnoyers,* sur l'analyse et les applications de la gaize................. 586
— Observations relatives à une Communication de M. *Leymerie,* sur l'état fragmentaire des hautes cimes des Pyrénées... 696
— M. *Élie de Beaumont* fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Frédéric de Botella,* d'une « Description géologique et minière des provinces de Murcie et d'Albacete. »...................... 1024
— Remarques relatives à une Communica-

MM. Pages.

tion de M. *de Botella* intitulée « Sur deux faits contemporains de soulèvement » 1142
— Observations relatives à une Communication de MM. *Martins* et *Chancel*, intitulée : « Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture, par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres » 1152
— M. *Élie de Beaumont*, en sa qualité de Secrétaire perpétuel, annonce à l'Académie la perte quelle vient de faire dans la personne de M. *Magnus*, l'un de ses Correspondants pour la Section de Physique 797
— M. *le Secrétaire perpétuel* annonce que le tome XXXVI des *Mémoires de l'Académie* est en distribution au Secrétariat 1105
— En présentant la seconde partie de la Table générale des *Comptes rendus* (t. XXXII à LXI), M. *le Secrétaire perpétuel* se fait l'interprète des regrets qu'a laissés l'auteur, M. *Vavasseur*, qui a succombé au moment où il terminait ce travail.. 1322
— M. *le Secrétaire perpétuel* donne lecture d'une Lettre de M. *Wolf*, de Zurich, accompagnant l'envoi d'une brochure intitulée : « Matériaux pour l'histoire des Mathématiques » 567
— Et d'une Lettre de M. *Zantedeschi*, accompagnant l'envoi d'un ouvrage de Météorologie 674
— M. *le Secrétaire perpétuel* présente à l'Académie deux brochures de M. *Volpicelli*, concernant, l'une, « le rayonnement lunaire et stellaire », l'autre, un « baromètre photographique, » et des « formules pour compenser automatiquement les effets de la température dans un baromètre quelconque » 1326
— M. *le Secrétaire perpétuel* fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Zantedeschi*, d'une brochure « sur les pluies de diverses substances tombées en Italie le 14 février 1870 » 1326

M. *le Secrétaire perpétuel* signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les ouvrages suivants :

— Un volume intitulé : « Bibliothèque de l'École des Hautes Études; Section des Sciences naturelles, t. I » 123
— Deux brochures de M. *Leymerie*, l'une sur la question relative au « type garumnien », l'autre sur la « non-existence de la houille dans les Pyrénées françaises, entre les gîtes extrêmes de la Rhune et des Corbières » 177
— Un ouvrage de feu M. *Civiale* intitulé : « La lithotritie et la taille » 325
— La carte géologique agronomique du département de la Haute-Vienne, de M. *Mallard* 325
— Une brochure de M. *Leymerie* intitulée : « Récit d'une exploration géologique dans la vallée de la Segre » 567
— Un nouveau fascicule des Notes paléontologiques de M. *Eug. Deslongchamps* ... 674
— La 2ᵉ livraison du « Manuel de Mathématiques et d'Astronomie » de M. *R. Wolf*. 674
— Une « Description physique de la Crète » par M. *Raulin*; une brochure sur la météorologie du globe étudiée à diverses altitudes, par M. *F. Zantedeschi* 803
— Les 2ᵉ et 3ᵉ parties des « Recherches sur les Crustacés d'eau douce de la Belgique » de M. *F. Plateau* 804
— Un Mémoire de M. *Diamilla-Muller*, de Florence, intitulé : « Recherches sur le magnétisme terrestre » 919
— Une brochure de M. *Hecquet d'Orval* « Sur la destruction des vers blancs par la jachère » 919
— Diverses livraisons des Mémoires du « *Geological Survey of India* » 1024
— Une brochure de M. *Volpicelli*, intitulée : « De la distribution électrique sur les conducteurs isolés. » 1124
— Une brochure de M. *Resal*, sur le « calcul des épaisseurs de fonds plats et bombés des chaudières cylindriques » 1220

ÉMONET appelle l'attention de l'Académie sur les résultats obtenus par M. *E. Lagrange* dans la réalisation des systèmes moteurs électro-magnétiques 578
ESPAGNE adresse au concours pour le prix dit des Arts insalubres, un Mémoire sur la machine à coudre 1267
ESTOR. — De la nature et de l'origine des globules du sang. (En commun avec M. *Béchamp*.) 265

F

FALASCHI. — Contribution à la connaissance de la structure intime de la glande mammaire. (En commun avec M. *Giannuzzi*.) 1140
FAREZ. — Emploi du silicate de potasse pour donner de la solidité aux ossements fossiles 1094

MM. Pages.

FAYE. — Sur l'observation photographique des passages de Vénus, et sur un appareil de M. *Laussedat*................ 541
— Sur l'observation spectrale des protubérances solaires. (Travaux de M. *Respighi*.)............................ 886
— Note sur des expériences nouvelles de M. *Wüllner*...................... 890
— Sur les procédés d'observation photographique proposés par M. *Paschen* pour le prochain passage de Vénus........ 892
FEIL. — Réponse à une Note de M. *Gaudin*, sur la fabrication de pierres précieuses artificielles........................ 102
FELTZ. — Sur le passage des leucocytes au travers des parois des capillaires...... 132
— Expériences sur les phénomènes dont les globules blancs du sang et les parois des capillaires sont le siége pendant l'inflammation.......................... 1228
FIZEAU. — Remarques sur quelques erreurs qui se sont glissées dans une récente Communication du *P. Secchi* concernant certaines observations spectrales du Soleil.............................. 1013
— Nouvelles remarques concernant le déplacement des raies spectrales par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur...................... 1062

MM. Pages.

FLAMMARION. — Loi du mouvement de rotation des planètes................. 804
— Réponse à une objection relative à la loi du mouvement de rotation des planètes. 922
FLEURY. — Note sur le *postulatum* d'Euclide............................ 32
FLEURY (G.). — Note sur deux produits de l'agaric blanc...................... 53
FONTAINE adresse la description et les dessins d'un petit moteur à vapeur....... 611
— Sur la préparation de l'éthylène bibromé.............................. 1361
FREMY. — Recherches sur l'acide azoteux. 61
— Note sur la réduction de l'acide azoteux par les métaux....................... 1207
FREYCINET (DE) adresse un exemplaire de son « Traité d'assainissement industriel »............................ 737
— M. *de Freycinet* adresse au concours pour le prix dit des Arts insalubres, un ouvrage intitulé : « Principes de l'assainissement des villes »................ 1385
FRIEDEL et LADENBURG. — Sur l'acide silicopropionique........................ 1407
FUIX appelle l'attention de l'Académie sur une démonstration du *postulatum* qu'il a donnée dans un précédent ouvrage.. 90

G

GAIFFE. — Remarques concernant le procédé employé par M. *Adams* pour produire les dépôts de nickel........... 181
GAILLET. — Description d'un nouveau système de labourage à la vapeur, au moyen d'une seule locomobile.............. 176
GAL. — Sur de nouveaux dérivés platiniques des bases phosphorées; — Sur de nouveaux dérivés de la triéthylphosphine. (En commun avec M. *Cahours*.) .... 897 et 1380
— Sur quelques composés homologues des acides tartrique et malique. (En commun avec M. *Gay-Lussac*.).............. 1175
GALEZOWSKI adresse une étude sur la chromatoscopie rétinienne ou examen de la vue au moyen de l'échelle des couleurs. 1162
GARRIGOU. — Traces de l'anthropophagie dans les temps antéhistoriques, découvertes dans la grotte de Montesquieu-Avantes (Ariége).................. 167
GAUBE. — Note relative à ses précédentes indications sur l'emploi de la créosote contre la fièvre typhoïde............ 1417
GAUDIN. — Nouvelles remarques sur la fabrication des pierres précieuses artificielles; indication des procédés employés...................... 40 et 238
GAUGAIN. — Sur les forces électromotrices que le platine développe lorsqu'il est mis en contact avec divers liquides.... 515
GAUSSIN est porté par les Sections d'Astronomie, de Géométrie et de Navigation sur la liste des candidats pour une place vacante au Bureau des Longitudes.... 170
— M. *Gaussin* est désignée par la voie du scrutin comme le candidat que présente en seconde ligne l'Académie pour la place vacante au Bureau des Longitudes par suite de la mort de M. *Darondeau*. 174
GAY-LUSSAC. — Sur quelques composés homologues des acides tartrique et malique. (En commun avec M. *Gal*.).......... 1175
GEISE. — Note relative à la quadrature du cercle.............................. 468
GEORGET. — Notes relatives à un manuscrit du *P. Grandillon* qui, dans une récente Communication faite à l'Académie, a été donné pour le maître de Descartes.... .... 1193 et 1229

MM. Pages.

GÉRARD. — Note concernant la théorie de la vision.......................... 203
GÉRARDIN. — Sur l'insalubrité et l'assainissement de la rivière du Croult. Étude sur les eaux de féculeries........... 1220
GIANNUZZI. — Contribution à la connaissance de la structure intime de la glande mammaire. (En commun avec M. *Falaschi*.)......................... 1140
GIRARD (J.). — Note sur les cristaux doubles de la neige.................... 337
— Note intitulée « Application de la lumière polarisée à la photographie des cristaux microscopiques de certains sels »...... 766
GIRARD (A.). — Note sur les dérivés hydrogénés du sulfure de carbone......... 625
GIRAUD-TEULON. — De la loi des rotations du globe oculaire dans les mouvements associés des yeux.................. 945
GOBLEY. — De l'action de l'ammoniaque sur la lécithine........................ 1297
GODEFROY. — Mémoire intitulé : « Progrès dont la navigation est susceptible. »... 611
GOLDENBERG. — Système de ventilation appliqué aux meules et aux polissoirs des mines du Zornhoff, près Saverne.. 383
GORCEIX. — Sur l'état actuel du volcan de Santorin.......................... 274
GOUJON. — Recherches sur les propriétés fonctionnelles des nerfs et des muscles pendant la vie intra-utérine. (En commun avec M. *Chéron*.)............ 1220
GOULIER demande et obtient l'autorisation de retirer un Mémoire intitulé : « Étude analytique sur les appareils propres à déterminer les distances............ 123
GRAD. — Sur une voie nouvelle pour l'exploration du pôle nord par la mer de Kara et l'océan Sibérien............. 950
GRAEFF. — De l'influence qu'exerce la digue de Pinay sur les crues de la Loire à Roanne.................... 138 et 844
GRÉANT. — Sur la rapidité de l'absorption de l'oxyde de carbone par le poumon.. 1182
GREIL adresse une solution d'un problème de la théorie des nombres.......... 1101
GRIMAUX. — Sur un glycol aromatique... 1363

MM. Pages.

GRIS. — Observations anatomiques et physiologiques sur la moelle des plantes ligneuses.......................... 972
GROVE est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............. 54, 136 et 1143
GRUNER. — Note sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés......... 571
GUÉRIN-MÉNEVILLE. — Observations sur l'*ondji*, insecte parasite qui nuit à la production des graines de vers à soie au Japon.......................... 844
GUÉROULT. — Note sur les intervalles harmoniques et mélodiques............. 1037
GULDBERG. — Sur la loi des points de congélation des solutions salines......... 1349
GUYON. — Observations relatives à une Communication récente de M. *Verneuil*, sur les effets thérapeutiques du chloral. 604
— Remarques relatives à une Communication récente de M. *Ramon de la Sagra*, sur une anomalie d'une tige de palmier. 727
— Note accompagnant la présentation d'un ouvrage intitulé « Histoire naturelle et médicale de la Chique »............. 785
— Statistique des cas de rage observés sur des Européens en Algérie, depuis notre prise de possession de ce pays en 1830 jusqu'en 1851, mois d'août inclusivement............................ 796
— Observation faite en Espagne, par les blanchisseuses du littoral sud, sur la couleur jaunâtre que prend le linge quand souffle le vent du sud......... 1066
GUYOT adresse deux Notes relatives, l'une à l'influence de l'acide organique sur la lydine, l'autre à la conservation des œufs de papillons................... 1307
GUYOT (P.). — Note sur la valeur toxique de quelques rosolates............... 53
— Valeur toxique de quelques produits du groupe phénique.............. 134 et 877
— Note sur la recherche de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, au moyen de l'acide rosolique et du bromomercurate de de potasse......................... 1101

H

HALL (JAMES) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.............. 204 et 417
HALPHEN. — Mémoire sur les courbes gauches algébriques..................... 380
HANNOVER est présenté, par la Section de Médecine et de Chirurgie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant......................... 1417

MM. Pages.

HAUER (de) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.......... 204 et 417
HAUTEFEUILLE et TROOST. — Sur la chaleur de combinaison du bore avec le chlore et avec l'oxygène............ 185
— Chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et avec l'oxygène.......... 252
HEIS. — La lumière zodiacale observée le 25 et le 30 janvier à Münster, en Westphalie.............................. 243
— Aurores boréales observées dans la même ville les 30 janvier et 1er février....... 244
HELMERSEN. — Étude sur les blocs erratiques et sur les dépôts diluviens de la Russie........................... 51
— M. *Helmersen* est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant...... 204 et 417
HELMHOLTZ est élu Correspondant de l'Académie, Section de Physique, en remplacement de feu M. *Marianini*....... 27
— M. *Helmholtz* adresse ses remercîments à l'Académie....................... 123
HENNINGER. — Sur une nouvelle combinaison phosphorée. (En commun avec M. *Darmstaedler*.).................. 404
HENRY. — Sur la tribromhydrine. 638 et 1296
— Sur les éthers chloronitriques et bromonitriques de la glycérine............ 860
— Combinaison directe des composés allyliques avec le chlorure d'iode et l'acide hypochloreux...................... 864
— Nouvelle méthode générale de préparation des combinaisons organiques chlorobromées......................... 1404
— M. *Henry* est porté, à diverses reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.......... 54, 136 et 1143
HIRN. — Notice sur les variations de la capacité calorifique de l'eau vers le maximum de densité............ 592 et 831
HOFMANN (A.-W.). — Sur les isomères des éthers cyanuriques. (En commun avec M. *Otto Olshausen*.)................. 1013
— Sur l'utilisation des produits secondaires obtenus dans la fabrication du chloral pour la préparation en grand des éthylamines........................... 906
HOPPE. — Corollaire au théorème de M. Crofton......................... 1394
HOÜEL (J.). — Note sur l'impossibilité de démontrer par une construction plane le principe de la théorie des parallèles, dit *postulatum* d'Euclide............ 90
— Sur le choix de l'unité angulaire....... 1387
HOUZEAU. — Sur l'origine du gaz azote dans l'oxygène supposé pur............... 39
— Sur l'absence de l'eau oxygénée dans la neige tombée à Rouen............... 519
— Expériences sur l'électrisation de l'air ou de l'oxygène, comme moyen de production de l'ozone..................... 1286
— Rapport sur les travaux de M. *Houzeau* relatifs à l'ozone; Rapporteur M. *Cahours*.............................. 369
HUXLEY est présenté, par la Section d'Anatomie et de Zoologie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant........................ 1418
HYRTL adresse un travail sur les vaisseaux sanguins du placenta dans l'espèce humaine........................... 1023
— M. *Hyrtl* est présenté, par la Section d'Anatomie et de Zoologie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant......................... 1418

I

INSPECTEUR GÉNÉRAL DE LA NAVIGATION (M. L') adresse les états des crues et des diminutions de la Seine observées pendant l'année 1869........... 91
ISAMBERT. — Note sur la dissociation des composés ammoniacaux.............. 456

J

JACKSON (Charles-T.) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant.... 204 et 417
JACOBI est porté, à diverses reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats à une place vacante de Correspondant............. 54, 136 et 1143
JACQUART. — Mémoire sur la valeur de l'os épactal, comme caractère de race en anthropologie.................... 738
JAKSON DAVIS adresse une Lettre concer-

MM. Pages.
nant la formation de la glace, et transmet une Communication relative à un cas singulier de catalepsie.............. 416
JAMIN. — Sur l'emploi du courant électrique dans la calorimétrie.................. 657
— Sur la chaleur spécifique de l'eau entre 0 et 100 degrés. (En commun avec M. *Amaury*.)........................ 661
— Sur la chaleur latente de la glace...... 715
— Observations relatives à une Note de M. *Croullebois*, sur l'indice de réfraction de l'eau........................ 966
— Réponse à une Note de M. *Renou* sur la chaleur latente de la glace, déduite des expériences de Laplace et Lavoisier.... 969
— Sur la chaleur spécifique des mélanges d'alcool et d'eau. (En commun avec M. *Amaury*.)........................ 1237
— Observations relatives à une Communication de M. *Bussy*.................. 1243
— Sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides. 1309
— M. *Jamin*, à l'occasion d'une Note présentée par M. *H. Sainte-Claire Deville*, déclare qu'il se réserve d'y répondre quand il aura pu en prendre connaissance dans les *Comptes rendus*....... 1380
— M. *Jamin* est adjoint à la Commission des Paratonnerres en remplacement de feu M. *Pouillet*..................... 1163
JENKINS. — Nouvelle Communication relative au choléra...................... 1163
JOLY. — Sur la rotation de l'embryon dans l'œuf des Axolotls du Mexique........ 873
JORDAN. — Sur une nouvelle combinaison des vingt-sept droites d'une surface du troisième ordre.................... 326

MM. Pages.
— Sur la division des fonctions hyperelliptiques.............................. 1028
— Théorème sur les fonctions doublement périodiques......................... 1128
JOUGLET. — Sur la fabrication des glaces et miroirs platinisés................ 52
— Action de l'ozone sur la nitroglycérine, la dynamite, et différents autres composés explosifs...................... 539
— M. *Jouglet* appelle l'attention de l'Académie sur les accidents qui sont occasionnés journellement par les vapeurs de phosphore...................... 611
— Note ayant pour titre : « Le maître de Descartes; ses théories »............. 728
JOULE est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............ 54, 136 et 1143
— M. *Joule* est nommé Correspondant de l'Académie, Section de Physique, en remplacement de M. *Magnus*......... 1154
— M. *Joule* adresse ses remercîments à l'Académie........................... 1267
JOURDAIN. — Expériences concernant le mode d'action du chloroforme sur l'irritabilité des étamines des Mahonia..... 948
JULIEN. — Note relative à des stries observées sur des blocs de grès de Fontainebleau, de meulière de la Brie, de silex et de calcaire grossier engagés dans les diluviums des environs de Paris. (En commun avec M. *Roujou*.)............ 538
JUNOD. — Note relative à l'histoire des applications médicales de l'air comprimé. 54

K

KÉRICUFF (DE). — Note relative à la détermination de la parallaxe de Vénus..... 279
KIRCHHOFF est porté, à deux reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............... 54 et 136
— M. *Kirchhoff* est élu Correspondant de l'Académie, Section de Physique, en remplacement de M. *Forbes*.......... 138
— M. *Kirchhoff* adresse ses remercîments à l'Académie........................ 239
KJERULF est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant................. 204 et 417
KLEIN et LIE. — Sur une certaine famille de courbes et de surfaces...... 1222 et 1275
KOENIG. — Sur les notes fixes caractéristiques des diverses voyelles.......... 931
KOKSCHAROW (DE) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.... 204 et 417
KOLLIKER est présenté, par la Section de Médecine et de Chirurgie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant...................... 1417

L

MM. Pages.

LAACKMAN. — Note relative à la trisection de l'angle.................. 823 et 1230

LACAZE-DUTHIERS. — Études sur la morphologie des Mollusques : asymétrie des Gastéropodes ; — Acéphales lamellibranches ; — Organisation de l'Arrosoir (*Aspergillum javaneum*) ; — Organisation et embryogénie des Ascidies (évolution de la *Molgula tubulosa*)........ .... 43, 102, 268 et 1154

— M. *Lacaze-Duthiers* prie l'Académie de comprendre dans le nombre des pièces de concours pour le prix Savigny les précédentes Communications.......... 1162

LACOINE. — Observations des effets de l'aurore boréale du 5 avril sur les lignes télégraphiques ottomanes............ 1008

LACROIX adresse deux Mémoires relatifs à diverses questions d'hygiène......... 578

LADENBURG et FRIEDEL. — Sur l'acide silicopropionique...................... 1407

LAGOUT. — Description d'un cadran solaire équatorial....................... 1121

LALLEMAND. — Note sur la transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble, sous l'influence de la lumière... 182

LAMBERT (G.). — Lettre et Note relatives aux opérations qu'on pourrait effectuer pour arriver à une détermination expérimentale de la figure de la Terre. 324 et 439

LAMÉ. — Sa mort arrivée le 1er mai 1870 est annoncée le jour suivant à l'Académie.......................... 961

LAMY. — Sur une nouvelle espèce de thermomètres....................... 393

LANDRIN. — Partage d'une quantité limitée d'acide entre deux bases employées en excès........................... 188

LA ROCHE-PONCIÉ (DE) est porté par les Sections d'Astronomie, de Géométrie et de Navigation sur la liste des candidats pour une place vacante au Bureau des Longitudes......................... 170

— M. *de La Roche Poncié* est présenté en première ligne par l'Académie comme candidat pour la place vacante au Bureau des Longitudes par suite du décès de M. *Darondeau*................. 174

LARREY présente, au nom de M. *Lebert*, un travail sur les deux épidémies de typhus qui ont régné à Breslau en 1868 et 1869. — Et, de la part de M. *Barnes*, un Rapport sur l'application du magnésium et de la lumière électrique à la photo-micrographie................ 651 et 1193

LAUSSEDAT. — Sur les applications utiles de la méthode graphique à la prédiction des éclipses de Soleil................ 240

LAWSON TAIT adresse deux Notes relatives, l'une à la staphiloraphie, l'autre à l'action de l'hydrate de chloral.......... 324

LEBERT. — Sur une nouvelle espèce de *Peronospora*, parasite des Cactus. (En commun avec M. *Cohn*.)................ 1300

— M. *Lebert* est porté, à deux reprises, par la Section de Médecine et de Chirurgie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant... 1230 et 1417

LE BESGUE. — Démonstration de la méthode de Jacobi pour la formation de la période d'une racine primitive........ 1243

LECOQ DE BOISBAUDRAN. — Sur la constitution des spectres lumineux. 144 et 974

— Sur la formation des glaçons.......... 518

— Remarques sur les spectres de l'azote.. 1090

LEFEBVRE. — Sur la sursaturation du chlorure de calcium..................... 684

LEGOUIS. — Sur le pancréas des poissons osseux, et sur la nature des vaisseaux découverts par Weber.............. 1098

LEGROS. — Recherches sur l'origine réelle des canaux sécréteurs de la bile...... 814

— Recherches sur les mouvements choréiformes du chien. (En commun avec M. *Onimus*.)....................... 1046

LELOUP. — Note sur la vapeur à l'état de saturation........................ 883

LEMAIRE. — Note relative au relevé des indications barométriques............ 919

LENORMANT (F.). — Note sur le cheval au temps du Nouvel Empire égyptien.... 163

— Note sur l'âne et le cheval dans les antiquités des peuples Aryens........... 276

— Sur la domestication de quelques espèces d'antilopes au temps de l'Ancien Empire égyptien......................... 413

LERAY. — Théorie de l'élasticité des milieux.............................. 1101

LERIQUE DE MOUCHY. — Note concernant la cause du mouvement oscillatoire des granulations moléculaires............ 342

LEUCKART est présenté, par la Section d'Anatomie et de Zoologie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant....................... 1418

MM. Pages.

LEVEILLÉ. — Note relative à la découverte des restes de l'homme quaternaire dans les ateliers de pierre taillée et polie du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire)..... 566
LE VERRIER présente diverses Notes relatives à l'aurore boréale du 5 avril, Notes adressées par MM. *Tremeschini, Charault, Terby, Geslin, Guerreau, Fortier-Garnier, Gramant, Lepingard*, etc. 818
LEVERT. — Note concernant l'action des amers, et du sulfate de quinine en particulier, sur l'économie, dans la guérison des fièvres de tous les degrés......... 123
— Note relative au choléra.............. 844
LEVY (M.). — Essai sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres fraîchement remuées, et ses applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement. (Rapport sur ce Mémoire; Rapporteur M. *de Saint-Venant*.)..... 217
— Mémoire sur les équations générales des mouvements intérieurs des corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état.............................. 1323
LEYMERIE. — Observations sur une Note récente de M. *Magnan* relative au terrain crétacé inférieur des Pyrénées.... 694
— Note sur l'état fragmentaire des hautes cîmes des Pyrénées................ 695
LIE et KLEIN. — Sur une certaine famille de courbes et de surfaces...... 1222 et 1275
LIEBREICH. — Note ayant pour titre : « La strichnine comme antidote du chloral ». 403
— Sur l'opération de la pupille artificielle. 797
LIMOUZIN. — Observation sur une Note de M. *Duclaux* relative à la formation des gouttes liquides..................... 1005
LIONNET. — Note sur le *postulatum* d'Euclide.............................. 31
— Sur la demande de M. *Lionnet* on ouvre, dans la séance du 10 janvier 1870, un pli cacheté déposé par lui le 27 décembre 1869 et qui se trouve contenir une objection à la démonstration du *postulatum* d'Euclide..................... 90

MM. Pages.

LIOUVILLE, Vice-Président pendant l'année 1869, passe au fauteuil de la Présidence. 13
— M. *le Président* annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Lamé*......... 961
LIOUVILLE (H.). — Note sur la coexistence d'altérations anévrysmales dans la rétine avec des anévrysmes des petites artères dans l'encéphale...................... 498
LLOYD est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............. 136 et 1143
LOCKYER. — Remarques sur la dernière éclipse de Soleil observée aux États-Unis.............................. 1390
LOEWENBERG. — Sur la lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères; études sur les membranes et les canaux du limaçon............. 1219
LOGAN (WIL.) est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.... 204 et 417
LOVEN est présenté, par la Section d'Anatomie et de Zoologie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant.......................... 1418
LUCAS (F.). — Recherches concernant la Mécanique des atomes. (Rapport sur ces Mémoires; Rapporteur M. *de Saint-Venant*.).......................... 311
— Note relative à l'état physique des corps. 443
— Calcul des paramètres physiques et des axes principaux en un point quelconque d'un système atomique.............. 509
— Sur une formule d'analyse........... 1167
— Nouvelles propriétés de la fonction potentielle................................ 1397
— Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique. (En commun avec M. *Cazin*.)...................... 923
— Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique. (En commun avec M. *Cazin*.)...................... 1342

M

MAGNAN. — Sur le terrain de craie des Pyrénées françaises et des Corbières, et notamment sur la partie inférieure de cette formation (néocomien, aptien, albien)............................. 537
MANDL. — Mémoire sur le mécanisme des registres appelés *voix de poitrine* et *voix de tête*......................... 1162
MANNHEIM. — Quelques résultats obtenus par la considération du déplacement infiniment petit d'une surface algébrique. 1025
— Recherches sur les pinceaux de droites

MM. Pages.

et les normalies, contenant une nouvelle exposition de la théorie de la courbure des surfaces.................... 1074
— Détermination du plan osculateur et du rayon de courbure de la trajectoire d'un point quelconque d'une droite que l'on déplace en l'assujettissant à certaines conditions.................... 1215
— Construction de l'axe de courbure de la surface développable enveloppe d'un plan dont le déplacement est assujetti à certaines conditions.............. 1259
— M. *Mannheim* prie l'Académie de vouloir bien le considérer comme l'un des candidats à la place vacante dans la Section de Géométrie par suite du décès de M. *Lamé*......................... 1077
MANSION. — Nouvelle Note sur la quadrature du cercle.................... 578
MARCHAND adresse une démonstration du *postulatum* d'Euclide................ 1267
MAREY. — Réponse à une revendication de priorité de M. *Pettigrew* pour la description du parcours en 8 de l'aile de l'insecte pendant le vol............. 1093
— Sur le mécanisme du vol des oiseaux... 1255
MARIE. — Note et Mémoire sur la théorie des carrés magiques........ 416 et 578
MARINIER soumet à l'examen de l'Académie un collyre et un injecteur filtre...... 122
— Note sur un pulvérisateur irrigateur.... 1219
MARIO. — Note relative aux phénomènes d'induction électrostatique........... 1192
MARTIN (AD.). — Sur la méthode suivie par *Léon Foucault*, pour reconnaître si la surface d'un miroir est rigoureusement parabolique.................. 389
— Méthode d'autocollimation de *L. Foucault*; son application à l'étude des miroirs paraboliques................... 446
MARTIN (E.). — Étude électrochimique sur l'ozone........................... 611
MARTIN DE BRETTES. — Appareil de démonstration des phénomènes du tir des projectiles oblongs lancés par les canons rayés............................ 732
— Détermination de l'épaisseur du blindage en fer que peut traverser un projectile dont on connaît le poids, le calibre et la vitesse d'arrivée................ 1400
MARTINS. — Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres. (En commun avec M. *Chancel*.).............. 1149 et 1251

MM. Pages.

MAUMENÉ. — Nouvelle Note concernant la nature du sucre interverti........... 53
— Mémoire intitulé : « Théorie générale de l'action chimique : nécessité de son emploi pour éviter l'erreur »........... 115
— Théorie générale de l'action chimique; préparation de l'oxy-ammoniaque..... 147
— Théorie générale de l'action chimique. Nouvelle preuve de l'écroulement du type chimique dans les actions dites de *substitution*.......................... 235
— Nouveau Mémoire sur la « Théorie générale de l'action chimique »........... 559
— Nouvelle Note intitulée : « Théorie générale de l'action chimique. Nécessité de son emploi pour éviter l'erreur. »..... 737
— Note sur la préparation du sucre optiquement neutre........................ 1023
MAUREL-HAULINS. — Note relative à l'influence de la distribution des poids dans les wagons de chemins de fer........ 203
MAYER (J.-R.) est présenté, par la Section de Physique, comme l'un des candidats pour une place vacante de Correspondant............................. 54
— M. *Mayer* est élu Correspondant de l'Académie, Section de Physique, en remplacement de M. *Matteucci*.......... 85
— M. *Mayer* adresse ses remercîments à l'Académie.................... 149
MÉGNIN. — Note relative au rôle qui a été attribué aux mouches dans la production de la maladie du charbon............ 566
MÉHAY. — Études sur la betterave à sucre. 176
MELSENS. — Note sur la vitalité de la levûre de bière...................... 629
MERCADIER. — Sur les intervalles mélodiques et harmoniques. (En commun avec M. *Cornu*.).................. 1168
MEUNIER adresse au concours pour le prix d'Astronomie divers Mémoires relatifs aux météorites..................... 1162
MEYER. — Nouvelles séries des solutions des problèmes d'analyse indéterminée. 442 et 1325
MIGNOT adresse un travail sur la guérison d'une pseudarthrose du fémur........ 149
MILLE et DURAND-CLAYE. — Résultats des expériences concernant l'utilisation des eaux d'égout déversées dans la Seine.. 759
MILLER (W.-H.) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant.............. 204 et 417
— M. *Miller* est nommé Correspondant de

MM. Pages.

l'Académie, Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Fournet*......... 438
— M. *Miller* adresse ses remercîments à l'Académie........................ 674

MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE (M. Le) adresse un exemplaire des numéros 5, 6 et 7 du Catalogue des Brevets d'invention et le tome LXVIII de la collection des Brevets.......... 32
— M. *le Ministre* adresse le tome LXIX de la collection des Brevets d'invention et les numéros 9 à 11 du Catalogue de 1869. 844

MINISTRE DE LA GUERRE (M. Le) invite l'Académie à lui faire savoir son opinion sur la question de l'établissement des paratonnerres dans les magasins à poudres situés au bord de la mer........ 1124
— M. *le Ministre* adresse un exemplaire du nouveau Formulaire pharmaceutique des hôpitaux militaires.................. 32
— M. *le Ministre* informe l'Académie que M. *Chasles* et M. *Combes* sont nommés Membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour 1870.... 123

MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE (M. Le) transmet une ampliation du Décret impérial qui autorise l'Académie à accepter le legs qui lui est fait par M. *Lacaze*........................ 32
— M. *le Ministre* transmet à l'Académie des documents relatifs à des secousses de tremblements de terre ressenties, les unes au Pérou, les autres à Ancône... 501
— M. *le Ministre* autorise l'Académie à prélever, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, deux sommes nécessaires à des surcroîts de dépenses... 324 et 978

MOHN. — Observations des orages en Norvége pendant l'année 1869........... 648

MONTAGNA. — Sur l'existence de restes organiques dans des roches considérées comme ayant une origine ignée....... 1415

MONTANIER, à l'occasion d'une Note de M. *Wœstyn* sur la nécessité de brûler les miasmes extraits des salles d'hôpitaux, rappelle qu'il a lui-même indiqué, dès l'année 1864, la nécessité de cette combustion et le moyen de la réaliser..... 737

MONTUCCI. — Sur la méthode de Gauss pour l'abaissement des équations trinômes............................ 445

MORACHE. — Sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde. 1259

MOREAU (E.). — Observations sur la structure de la corde dorsale du poisson nommé *Amphioxus lanceolatus*....... 1006
— Note sur la région crânienne de l'*Amphioxus lanceolatus*................. 1189

MORET (F.). — Mémoire sur la théorie des nombres premiers, considérés dans les progressions arithmétiques........... 1122

MORIN. — Observations relatives au Mémoire de M. *Graeff*, sur l'influence qu'exerce la digue de Pinay sur les crues de la Loire à Roanne................ 140
— Rapport sur le Mémoire présenté à l'Académie le 29 mai 1869 par M. *Tresca*, sur le poinçonnage et sur la théorie mécanique de la déformation des corps solides........................... 288
— Observations sur une Communication de M. *Wœstyn*, relative à l'assainissement des hôpitaux....................... 609
— Note sur les poêles en terre réfractaire de MM. *Muller* et *Cie*, fabricants de produits céramiques à Ivry............. 1115
— Observations relatives à une Communication de MM. *Martins* et *Chancel*, intitulée : « Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture, par la congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres....................... 1152

MORREN. — Combustibilité du diamant : effets produits sur ce corps par les températures élevées.................. 990

MOTTEZ. — « Mémoire rendant compte de deux observations intéressant la météorologie ».......................... 1218

MOURA. — Des angines aiguës ou graves et des caractères différentiels de la contagion et de l'infection............... 496
— M. *Moura* présente comme pièce de concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie un ouvrage sur les angines.. 1123

MOUTARD. — Recherches sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes....... 834
— Rapport sur ce Mémoire; Rapporteur M. *Bertrand*....................... 1068

MOUTIER. — Sur l'angle de raccordement d'un liquide avec une paroi solide..... 612

MOYRET. — Note sur l'assainissement de l'air évacué des hôpitaux au moyen du perchlorure de fer.................. 844

MULLER (D.) demande et obtient l'autorisation de retirer trois Mémoires qu'il a précédemment adressés sur les éléments du magnétisme terrestre............ 91

MUSCULUS. — Note sur la dextrine insoluble dans l'eau......................... 857

N

MM. Pages.

NAMIAS. — Emploi du bromure de potassium et du bromure de fer comme médicaments.......................... 882

NAUDIN. — Chute de neige extraordinaire à Collioure (Pyrénées-Orientales.).... 214

NAUMANN (C.-F.) est présenté, par la Section de Minéralogie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant.......................... 204

— M. *Naumann* est nommé Correspondant de l'Académie, Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Murchison*.. 217

— M. *Naumann* adresse ses remercîments à l'Académie...................... 324

NÉLATON. — Observations relatives à une Communication de M. *Verneuil* intitulée : « Tétanos traumatique guéri par le chloral »........................ 576

NETTER (A.). — Mémoire relatif au mécanisme de formation des lésions anatomiques récemment découvertes dans l'héméralopie épidémique............ 577

NEWCOMB. — Aperçu d'une méthode directe et facile pour effectuer le développement de la fonction perturbatrice et de ses coefficients différentiels.............. 385

NEYRENEUF. — Note relative à la théorie des condensateurs électriques........ 1192

— Sur les phénomènes de condensation électrique........................ 1416

NIGRA transmet à l'Académie, au nom de M. *A. Issel*, un ouvrage intitulé : « Malacologia del mar Rosso »............ 738

NOEL. — Note sur une disposition de la machine pneumatique qui la rend propre à de nouveaux usages................ 1123

NOIRET. — Lettre concernant son « Essai de typologie française »................ 578

NORMAN-LOCKYER. — Observations spectroscopiques du Soleil............... 1268

O

ODET et VIGNON. — Action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché........ 96

OLLIVIER (E.).—Secousses de tremblements de terre à Biskra (Algérie du sud), du 16 au 19 novembre inclusivement..... 48

OLSHAUSEN (OTTO). — Sur les isomères des éthers cyanuriques. (En commun avec M. *A.-W. Hofmann*.).............. 1013

OLTRAMARE. — Sur l'existence d'une loi de répartition analogue à la loi de Bode (ou de Titius), pour chacun des systèmes de satellites de Jupiter, de Saturne et d'Uranus.......................... 739

ONIMUS et LEGROS. — Recherches sur les mouvements choréiformes du chien.... 1046

OSKAMP. — Mémoire intitulé : « Théorie électro-statique »................... 176

OUDART. — Mémoire intitulé : « Le pendule et les planètes »..................... 1374

P

PAGET est porté, à deux reprises, par la Section de Médecine et de Chirurgie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant... 1230 et 1417

PARROT. — Sur la pathogénie de la stéatose viscérale dans l'intoxication phosphorée. (En commun avec M. *Dusart*.)... 529

PASTEUR. — Son ouvrage intitulé : « Études sur la maladie des vers à soie » est présenté à l'Académie par M. *Dumas*.... 773

— Lettre à M. le Maréchal *Vaillant*, sur les résultats obtenus dans l'éducation des races françaises de vers à soie à Villa-Vicentina......................... 1319

PELLET. — Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier et une fonction modulaire..................... 328

— Nouveau procédé de préparation de l'acide bromhydrique. (En commun avec M. *Champion*.)..................... 620

PERREUL. — Notes sur l'utilisation d'une « Nouvelle force motrice ».... 468 et 919

PERRIER. — Sur la circulation des *Oligochætes* du groupe des Naïs......... 1226

— Sur la reproduction scissipare des Naïdiens............................ 1304

PERRODIL (DE). — Mémoire sur l'équilibre d'une voûte en arc de cercle......... 1163

MM. Pages.

PETTIGREW. — Observations relatives aux faits signalés dans deux Communications de M. *Marey*, sur le vol des insectes... 875

PEYRANI. — Mémoire intitulé : « Le sympathique par rapport à la sécrétion des urines » 1300

PHILLIPS. — Des changements d'état du mélange d'une vapeur saturée et de son liquide suivant une ligne adiabatique.... 548

PIARRON DE MONDESIR. — Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la mécanique......... 92, 150 et 246

— Note sur la ventilation par l'air comprimé. Désinfection de l'alr vicié........... 735

PICOT. — Recherches expérimentales sur l'inflammation suppurative et le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires........ 1367

PIERRE (Isid.). — Faits relatifs à la stabilité, comme espèces chimiques, des alcools propylique, butylique et amylique normaux ; — Nouvelles études sur les aldéhydes propylique, butylique et amylique. (En commun avec M. *Puchot*.).. 354 et 434

— M. *Pierre* fait hommage à l'Académie du troisième volume de ses « Études théoriques et pratiques d'Agronomie et de Physiologie végétale »........ 1384

PISANI. — Sur les minéraux trouvés dans la mine de cuivre du cap Garonne (Var).. 1001

PLAGNIOL (de). — Note concernant la maladie dite des *morts-flats* chez les vers à soie........ 176 et 238

PLANCHON. — Note intitulée : « La phthiriose ou pédiculaire de la vigne chez les anciens, et les cochenilles de la vigne chez les modernes »........ 1187

PORTAIL. — Sur de nouveaux systèmes d'échafaudage et d'outillage employés dans le creusement des puits........ 1220

POUCHET. — Note sur la transformation des nids de l'hirondelle de fenêtre (*Hirundo urbica*, Lin.)........ 492

— De l'influence de la lumière sur les larves de Diptères privées d'organes extérieurs de la vision........ 1220

POUCHET (G.). — Note sur des Cyprins monstrueux (*C. auratus*) de Chine.... 1157

POULAIN. — Assainissement des littoraux marécageux avec le concours de la marée........ 1220

POUMARÈDE. — Ouverture de divers plis cachetés effectuée sur la demande de ses héritiers........ 803

PRAT. — Recherches expérimentales sur l'or et ses composés........ 840

PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE (M. Le). — Voyez au nom de M. *Liouville*.

PRÉSIDENT DE L'INSTITUT (M. Le) invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter comme lecteur dans la prochaine séance générale..... 581

— M. *le Président de l'Institut* informe l'Académie que la prochaine séance trimestrielle aura lieu le 6 juillet........ 1233

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS (M. Le) adresse des remercîments à l'Académie pour l'envoi de ses Publications........ 978

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE (M. Le) informe l'Académie que cette Société tiendra sa deuxième assemblée générale de 1869 le vendredi 18 février........ 325

PRILLIEUX. — Sur les mouvements des grains de chlorophylle sous l'influence de la lumière........ 46

— Influence de la lumière bleue sur la production de l'amidon dans la chlorophylle........ 521

— Sur la formation de glaçons à l'intérieur des plantes........ 405

PROST. — Trépidation du sol à Nice..... 461

PRUDHOMME. — Action de l'acétylène sur l'anhydride mixte acétohypochloreux (acétate de chlore)........ 1136

— Action de l'anhydride sulfurique sur le protochlorure et le sesquichlorure de carbone........ 1137

PRUNIÈRES adresse quelques échantillons de charbon de bois recueillis dans les montagnes d'Aubrac (Lozère)........ 1009

PUCHOT. — Faits relatifs à la stabilité, comme espèces chimiques, des alcools propylique, butylique et amylique normaux ; — Nouvelles études sur les aldéhydes propylique, butylique et amylique. (En commun avec M. *Is. Pierre*.) .... 354 et 434

PUISEUX. — Mémoire sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune. (Rapport sur ce Mémoire ; Rapporteur M. *Delaunay*.)........ 111

— Du passage de Vénus sur le Soleil en 1874........ 1326

Q

MM. Pages.

QUESNEVILLE (G.). — Remarque relative à une Note de M. *Flammarion* sur la loi du mouvement de rotation des planètes.......... 845

R

RABOT (E.). — « Mémoire sur une méthode d'assainissement des hôpitaux, hospices et asiles envahis par le typhus, la pourriture d'hôpital, etc. ».............. 1384

RABUTEAU. — D'un nouveau dosage simple et rapide des sels ammoniacaux; de la cause pour laquelle ces sels ne peuvent exister normalement dans l'organisme qu'en quantité infinitésimale......... 1356

RAMON DE LA SAGRA. — Sur un palmier présentant une subdivision remarquable au haut de sa tige.................. 650

RAOULT. — Composition du gaz de la Fontaine ardente de Saint-Barthélemy (Isère).. 1095

RAULIN. — Note sur les conditions chimiques de la vie des organismes inférieurs............................ 634

RAVIZZA et COLOMBA adressent une collection d'échantillons de substances exploitables recueillis dans le Valsoda....... 1122

RAYET. — Analyse spectrale d'une tache solaire........................... 846

— Renversement des deux lignes du sodium dans le spectre de la lumière d'une protubérance.......................... 1333

REBOUL. — Combinaisons des hydracides avec l'éthylène et le propylène bromés. 398

— Iodhydrates et chlorhydrates d'éthylène et de propylène monobromés......... 853

REGNAULT. — Observations relatives aux recherches de MM. *Jamin* et *Amaury* sur la chaleur spécifique de l'eau entre 0 et 100 degrés.................... 664

— Réclamation, présentée au nom de M. *Pfaundler*, sur la méthode employée par M. *Jamin* pour la détermination des chaleurs spécifiques................ 1049

RENAULT (B.) — Notice sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun.. 119

— Rapport sur ce Mémoire; Rapporteur. M. *Brongniart*.................... 1070

— Mémoire sur l'organisation de rameaux silicifiés appartenant probablement à un *sphenophyllum*.................... 1158

RENOU. — Sur la chaleur latente de la glace, déduite des expériences de Laplace et Lavoisier.......................... 929

— Sur la chaleur latente de la glace...... 1043

RÉZARD DE WOUVES. — Mémoire ayant pour titre : « De la mortalité des nouveau-nés. Des nourrices »............ 1154

— Mémoire intitulé : « De l'émétique comme traitement abortif de la variole. Nouveau signe pour le diagnostic »....... 1215

RIBAUCOUR. — Note sur la déformation des surfaces........................... 330

RICHARD. — Découverte d'instruments de l'âge de pierre en Arabie et en Égypte. 576

— Découverte d'un atelier d'instruments préhistoriques en Palestine.......... 949

RICHE. — Note sur la fabrication des tamtams et des cymbales. (En commun avec M. *Champion*.).................... 85

RICOUR. — Sur la dispersion de la lumière. 115

— M. *Ricour* annonce l'envoi d'une brochure où sont développés les arguments contenus dans la précédente Note........ 468

RIESS est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............ 54, 136 et 1143

ROBIN. — Note accompagnant la présentation d'un volume intitulé : « Programme du cours d'Histologie professé à la Faculté de Médecine de Paris »......... 213

ROGER. — Note sur un objectif à prismes pour l'usage d'un ophthalmoscope démonstratif. (En commun avec M. *Wecker*.)............................ 757

ROKITANSKI est présenté, par la Section de Médecine et de Chirurgie, comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant...................... 1230

— M. *Rokitanski* est nommé Correspondant de l'Académie, Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de feu M. *Panizza*........................ 1255

RŒMER (F.) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............. 204 et 417

ROMMIER. — Sur des xylènes et cumènes isomères dans les huiles de houille.... 641

ROSELLI-MOLLET annonce le projet de tra-

MM. Pages.
duire en français les *Harmonices mundi* de Képler........................ 239
ROSENSTIEHL. — Sur la formation simultanée d'isomères en proportions définies. 260
— Sur la nature de la force motrice qui produit les phénomènes d'endosmose.. 617
ROSSETTI. — Sur le maximum de densité et sur la température de congélation des solutions d'alcool dans l'eau.......... 1092
ROSSI. — Synthèse de l'alcool propylique normal au moyen de l'alcool éthylique. 129
RŒTTGER. — Note concernant l'emploi de la pression atmosphérique comme force motrice.............................. 1229
ROUBY adresse la description et le dessin d'une « source artificielle minérale ».. 134
ROUGET prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. *Lamé*..... 1164
ROUJOU. — Stries observées sur les blocs de grès de Fontainebleau, des meulières de la Brie, de silex et de calcaire grossier engagés dans les diluviums des environs de Paris. (En commun avec M. *Julien*.)........................ 538
— Sur la demande de M. *Roujou* un paquet cacheté déposé par lui le 14 mars 1870 est ouvert dans la séance du 25 avril et se trouve contenir une « Note sur le type primitif des Mammifères »...... 954
ROULIN cite, à l'occasion d'un fait mentionné par M. *Guyon*, relativement à l'histoire naturelle de la Chique, un fait analogue que fournit l'histoire de la conquête de la Nouvelle-Grenade................ 792
ROUMIANTZOFF. — Sur la théorie des marées.............................. 1087
ROYER. — Expériences sur le courant intrapilaire de la pile de Grove........... 158
— Réduction de l'acide carbonique en acide formique.................... 731 et 883
ROZE. — Sur les mouvements des grains de chlorophylle dans les cellules végétales, sous l'influence de la lumière... 133

S

SACC. — Note concernant la distillation de l'acide tartrique.................... 540
— Sur un procédé de préparation directe de l'acide pyrotartrique............. 1191
SAINT-LOUIS (A.). — Suite à son Mémoire sur les principes généraux qui président aux phénomènes cosmiques.......... 1123
SAINT-VENANT (DE). — Rapport sur un Mémoire de M. *Levy* intitulé : « Essai sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres fraîchement remuées, et ses applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement »......... 217
— Sur une détermination rationnelle, par approximation, de la poussée qu'exercent des terres dépourvues de cohésion contre un mur ayant une inclinaison quelconque................. 229 et 281
— Recherche d'une deuxième approximation dans le calcul rationnel de la poussée exercée contre un mur dont la face postérieure a une inclinaison quelconque, par des terres non cohérentes dont la surface supérieure s'élève en un talus plan quelconque à partir du haut de cette face du mur.................. 717
— Comparaison des évaluations de la poussée des terres par la considération rationnelle de l'équilibre limite, et par l'emploi du principe dit *de moindre résistance*, de Moseley................ 894
— Preuve théorique de l'égalité des deux coefficients de résistance au cisaillement et à l'extension ou à la compression dans le mouvement continu de déformation des solides ductiles au delà des limites de leur élasticité.................. 309
— Rapport sur cinq Mémoires de M. *F. Lucas* intitulés : « Recherches concernant la Mécanique des atomes »............ 311
— Rapport sur un Mémoire de M. *Boussinesq*, relatif à la théorie des ondes liquides périodiques................. 360
— Rapport sur un complément, présenté par M. *Tresca* en 1870 à son Mémoire du 27 novembre 1864, relatif à l'écoulement des corps solides malléables poussés hors d'un vase cylindrique par un orifice circulaire.................. 368
— Sur l'établissement des équations des mouvements intérieurs opérés dans les corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état.................. 473
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (CH.). — Remarques accompagnant la présentation du « Bulletin de l'Observatoire météorologique de Montsouris pour le mois de mars »........................ 725
— Note accompagnant le dépôt du Ier volume

MM. Pages.

(1869) du « Bulletin de l'Observatoire de Montsouris »........ 1153
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (H.). — De l'état naissant........ 20 et 550
— Remarques relatives à une Communication de MM. *Troost* et *Hautefeuille*, sur la chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et avec l'oxygène. 256 et 287
— Observations relatives à une Communication de M. *Caron*, sur la dissolution des gaz réducteurs par le fer et les carbures de fer en fusion........ 453
— Sur l'analyse et les applications de la gaize. (En commun avec M. J. *Desnoyers*.)........ 581
— Indication de quelques expériences, en cours d'exécution, sur la décomposition de la vapeur d'eau par le fer........ 834
— Action de l'eau sur le fer et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer..... 1105 et 1201
— Observations relatives à une Note de M. *Jamin* sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides........ 1377
SAINTOUR. — Note relative à un appareil respirateur........ 1417
SCACCHI est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant........ 204 et 417
SCHAFARITZ. — Découverte du diamant à Dlaschkowitz (Bohème)..... 140 et 397
SCHEURER-KESTNER. — De l'action de l'acide chlorhydrique sur l'osséine. Nouvelles recherches sur le dosage de l'osséine dans les ossements fossiles...... 1179
— Sur la composition de la soude brute et les pertes de sodium résultant de l'emploi du procédé Le Blanc........ 1352
SCHLOESING. — Analyse des eaux contenues dans les terres arables........ 98
— Sur la précipitation des limons par des solutions salines très-étendues........ 1345
SCHREINER. — Note relative à la quadrature du cercle........ 824
SCHUTZENBERGER. — Sur les combinaisons du protochlorure de platine avec l'oxyde de carbone........ 1134
— Recherches sur le platine........ 1287
— Note sur les composés phospho-platiniques........ 1414
SCOUTETTEN. — Nouvelle Note sur l'amélioration et la conservation des vins par l'électricité........ 169
— M. *Scoutetten* adresse un travail sur l'histoire du choléra depuis l'antiquité jusqu'à son invasion en France........ 673
— Mémoire intitulé : « De l'électricité du sang chez les animaux vivants, de l'anesthésie et de l'unité des forces physiques et vitales »........ 1384
SECCHI (P.). — Lettre sur la constitution de l'aurore solaire, et quelques particularités des tubes de Geissler........ 27
— Sur la constitution de l'aurore solaire, et sur quelques particularités offertes par les gaz raréfiés, lorsqu'ils sont rendus incandescents par les courants électriques........ 79
— Sur les modifications apportées par le magnétisme dans la lumière émise par les gaz raréfiés........ 431
— Résultats de quelques observations spectrales du Soleil........ 903
— Le *P. Secchi* fait hommage à l'Académie d'un Mémoire sur les spectres prismatiques des corps célestes........ 1021
— Rectification d'une erreur numérique de sa Communication précédente........ 1062
— Sur le déplacement des raies observé dans le spectre solaire........ 1213
SECRÉTAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES (M. LE) adresse des remercîments pour l'envoi des photographies de l'éclipse de Soleil du 7 août 1869..... 239
SECRÉTAIRES PERPÉTUELS DE L'ACADÉMIE. — Voyez aux noms de MM. *Élie de Beaumont* et *Dumas*.
SÉDILLOT. — De la suppression de la douleur après les opérations........ 910
SEGUIN. — Mémoire sur les images accidentelles des objets blancs........ 322
SÉVERIN. — Description d'un hygromètre à absorption........ 1193
SIDOT. — Action du sulfure de carbone et des gaz carburés sur le charbon de bois. 605
SIRODOT. — Organes et phénomènes de la fécondation dans le genre *Lemanea*... 691
SISMONDA (A.) est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant........ 204 et 417
SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (LA) qui s'est formée pour l'exploration de la *Grotte-des-Morts* transmet de nouveaux documents sur l'histoire probable de cette cavité........ 1308
SONREL. — Note sur l'aurore boréale du 5 avril 1870........ 869
— Note sur les taches du Soleil........ 1033
SORET. — Sur l'illumination des corps transparents........ 540
STEENSTRUP est présenté par la Section d'Anatomie et de Zoologie comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant........ 1418

MM. Pages.

STOCKES est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant......... 54, 136 et 1143

STUDER est porté, à deux reprises, par la Section de Minéralogie, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant............. 204 et 417

T

TARRY. — Sur la théorie de la scintillation de M. *Respighi*.................... 1034
— Sur les pluies de poussière et les pluies de sang.................. 1043 et 1369
TERRIEN. — « Observations sur la décomposition de l'eau par la pile ». 1142 et 1219
TESSAN (DE) fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Cialdi*, d'un ouvrage intitulé : « Sur les causes de l'ensablement de Portolevante »............ 883
THENARD. — Observations relatives à une Communication de MM. *Friedel* et *Ladenburg*, sur l'acide silicopropionique.. 1412
THOMSON (W.) est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place de Correspondant......... 54, 136 et 1143
THUDICHUM. — Sur l'acide *kryptophanique*, acide normal de l'urine.............. 539
TIGRI. — Du mûrier et du vers à soie, considérés en eux-mêmes et dans leurs rapports mutuels...................... 122
TILLY (DE) soumet au jugement de l'Académie une « Note sur la théorie des parallèles »......................... 442
TISSERAND. — Sur un point du calcul des différences......................... 678
TOSELLI. — Notes relatives à un abaissement de température produit par la rotation d'un tube métallique courbé en spirale au milieu d'un vase d'eau... 1308 et 1373
TOURNOIS. — Lettre relative à un procédé d'installation d'un pont tubulaire au travers de la Manche................. 1307
TRÉCUL. — Formation de lames de glace rayonnantes autour de la base de plusieurs tiges : à l'occasion d'une Communication de M. *Prillieux* sur la formation des glaçons dans l'intérieur des plantes......................... 407
— Remarques sur la position des trachées dans les Fougères; ramification et propagules du rhizome de quelques-unes de ces plantes.......... 421, 483 et 589
— Ramification des pétioles de quelques Fougères........................... 666
— Sur la grêle tombée pendant l'orage du 22 mai........................... 1115
TRÉMAUX. — Note relative aux principes admis pour expliquer les phénomènes d'endosmose....................... 766
— Note relative à diverses questions concernant les mouvements des planètes.. 1101
— Observations sur la force tangentielle développée par la rotation solaire....... 1214
TREMBLAY. — Mémoire concernant l'organisation du sauvetage maritime international.......................... 918
— Note relative à un moyen de mettre fin à la sécheresse...................... 1384
TREMESCHINI. — Sur deux taches solaires actuellement visibles à l'œil nu........ 340
TRESCA. — Mémoire sur le poinçonnage des métaux et des matières plastiques..... 27
— M. *Tresca* présente, comme complément à son Mémoire du 27 novembre 1864, les figures qui reproduisent l'ensemble de ses expériences.................. 238
— Recherches sur le poinçonnage et sur la théorie mécanique de la déformation des corps solides. (Rapport sur l'ensemble de ces travaux; Rapporteur M. *Morin*.) 288
— Recherches sur l'écoulement des corps solides malléables poussés hors d'un vase cylindrique par un orifice circulaire. (Rapport sur un des Mémoires de l'auteur à ce sujet; Rapporteur M. *de Saint-Venant*.)..................... 368
TRÈVE. — Action du magnétisme sur les gaz.......................... 36
— Notes sur les courants électriques. 926 et 1191
TROOST. — Chaleur de combinaison du bore avec le chlore et avec l'oxygène; — Chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et avec l'oxygène. (En commun avec M. *Hautefeuille*.)....... 185 et 252
TYNDALL est porté, à diverses reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant...... 54, 136 et 1143

V

MM. Pages.

VAILLANT (Le Maréchal) transmet une brochure de M. *Crivelli* sur la régénération des vers à soie.............. 738
— M. le Maréchal *Vaillant* dépose sur le bureau de l'Académie diverses pièces authentiques, établissant que le nom de *Georges* n'appartenait pas à *Cuvier*... 804
VAILLANT (L.). — Note sur la disposition des pores ou orifices afférents dans la *Cliona celata,* Grant................ 41
VALENCIENNES. — Note sur le cobalt, le manganèse et leurs alliages avec le cuivre.......................... 607
VALSON. — Étude sur les actions moléculaires, fondée sur la théorie de l'action capillaire......................... 1040
VAN BENEDEN (E.) — Réponse à quelques-unes des observations de M. *Balbiani* sur l'œuf des Sacculines............ 197
VEGGIA. — Note sur la trisection de l'angle. 343
VÉRARD DE SAINTE-ANNE. — Sur un projet de communication à établir entre la France et l'Angleterre............ 174
VERDEIL. — Indication de deux expériences à réaliser au moyen du pendule, pour déterminer la variation de la résistance de l'air avec la vitesse.............. 107
VERNEUIL (de). — Remarques accompagnant la présentation faite au nom de l'auteur, M. *Moeller*, d'une carte géologique du versant occidental de l'Oural. 109
— Remarques relatives à une brochure de M. *Dieulafait*, intitulée : « Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'infralias dans le sud et le sud-est de la France ». 1385
VERNEUIL. — Tétanos traumatique guéri par le chloral...................... 575

MM. Pages.

VERNIER. — Note relative à une accumulation de chaleur produite par une combinaison de lentilles de sel gemme...... 342
VÉTILLARD. — Étude sur les filaments végétaux employés dans l'industrie. (Rapport sur ce Mémoire ; Rapporteur M. *Chevreul*.)............................ 1116
VÉZIAN. — Sur le système des filons du Hundsrück......................... 1125
VIGNON et Odet. — Action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché....... 96
VILLARCEAU (Yvon). — Remarques relatives à la division décimale des angles et du temps........................ 1233
— Indications sur le contenu d'un des volumes des *Annales de l'Observatoire*.. 1320
— Observations relatives à une Communication de M. *Hoüel*, sur le choix de l'unité angulaire........................ 1390
VINCI. — Note relative à la production et à la propagation des maladies épidémiques. 823
VIOLLE. — Sur l'équivalent mécanique de la chaleur........................... 1283
VIOLLETTE. — Existence du sélénium dans le cuivre du commerce............. 729
— Cause de l'acidité de l'eau des analyses organiques....................... 730
VOGT est présenté par la Section d'Anatomie et de Zoologie comme l'un des candidats à une place vacante de Correspondant. 1418
VOLPICELLI est porté, à plusieurs reprises, par la Section de Physique, sur la liste des candidats pour une place vacante de Correspondant........ 54, 136 et 1143
— Note sur un baromètre photographique, et nouveaux détails historiques sur le rayonnement lunaire................ 334

W

WACK. — Note relative à un moyen de prévenir l'accomplissement des crimes dans les wagons des chemins de fer pendant la marche des trains................ 803
WADE. — Note relative aux faits cités par M. *Duchemin*, comme une cause de mortalité chez les carpes........... 1023
WECKER. — Note sur un objectif à prismes pour l'usage d'un ophthalmoscope démonstratif. (En commun avec M. *Roger*.)............................ 757
WEIL. — Nouveau procédé de dosage volumétrique du cuivre................. 997
WINNECKE. — Découverte d'une nouvelle comète télescopique................. 1221
— Éphéméride de cette nouvelle comète... 1275
WITWER. — Mémoire sur la théorie des molécules......................... 1267

MM. Pages.

WOESTYN. — Des moyens de détruire les miasmes contagieux des hôpitaux, tant dans l'air des salles que dans celui qui est expulsé sur les villes par les différents systèmes de ventilation en usage. .... 560 et 608

— Moyens de perfectionner les systèmes de ventilation en usage dans les hôpitaux. 673

WOLF. — Observation d'un bolide, faite à l'Observatoire de Paris. (En commun avec MM. *André* et *Capitaneano*.).... 442

— Observations relatives à la division décimale des angles et du temps proposée par M. *d'Abbadie*.................. 1221

WOLF (R.). — Études sur la fréquence des taches du Soleil et sa relation avec la variation de la déclinaison magnétique. 741

WULNER. — Sur les spectres des gaz simples.................................. 125

WURTZ. — Synthèses d'acides aromatiques. 350

— Note sur le crésol solide.............. 1053

Y

YVON VILLARCEAU. — Voyez *Villarceau*.

Z

ZALIWSKI. — Note relative à une pile à trois liquides............................ 321

— Note relative au choix des corps qu'il convient de mettre en contact avec le charbon pris comme pôle positif dans les piles................................ 566

— Note relative au rôle du charbon dans les piles électriques........................ 673

ZANTEDESCHI adresse de nouveaux détails sur un moyen d'utiliser les courants d'induction qui se produisent dans l'armature extérieure des câbles sous-marins.................................. 32

— Des nuages, des brouillards et des pluies de sable observés en Italie en 1869.... 1124

ZEUTHEN. — Sur les points fondamentaux de deux surfaces dont les points se correspondent un à un.................. 742

ZYCKI (DE). — Mémoire sur « La pathologie et la thérapeutique du choléra »...... 384

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Rue de Seine-Saint-Germain, 10, près l'Institut.